

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10303760 A

(43) Date of publication of application: 13.11.98

(51) Int. Cl

H03M 13/12

G11B 11/10

G11B 20/10

G11B 20/18

G11B 20/18

(21) Application number: 09109252

(22) Date of filing: 25.04.97

(71) Applicant: SONY CORP

(72) Inventor: YAMAGUCHI SHIGEO
CHIBA TAKAYOSHI
HORIGOME JUNICHI

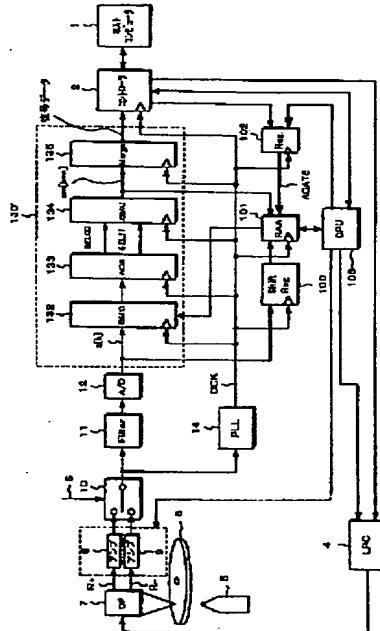
(54) INFORMATION REPRODUCTION DEVICE AND
REPRODUCTION METHOD THEREFOR

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the occurrence of an abnormal amplitude reference as a result of adaptation, in the case of employing the Viterbi decoding method by which the amplitude reference is subjected to adaptive processing.

SOLUTION: This device controls the adaptive operation, so that the processing is started after a PLL has been locked to prevent the effect of a clock phase error that is one cause of occurrence of an abnormal amplitude reference onto the adaptive processing. Specifically, a register 102 generates an AGATE signal that is made active after the lapse of a prescribed time, when a read gate is activated. Then an RAA 101 starts adaptive processing, when the AGATE signal is activated. The prescribed time in this case is set by adding a margin to a degree for a required time until a lock of the PLL is finished.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-303760

(43)公開日 平成10年(1998)11月13日

(51)Int.Cl.⁶
H 03 M 13/12
G 11 B 11/10
20/10
20/18
5 8 6
3 4 1
5 2 2
5 3 4

識別記号
F I
H 03 M 13/12
G 11 B 11/10
20/10
20/18
5 8 6 C
3 4 1 B
5 2 2 C
5 3 4 A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 29 頁)

(21)出願番号 特願平9-109252

(22)出願日 平成9年(1997)4月25日

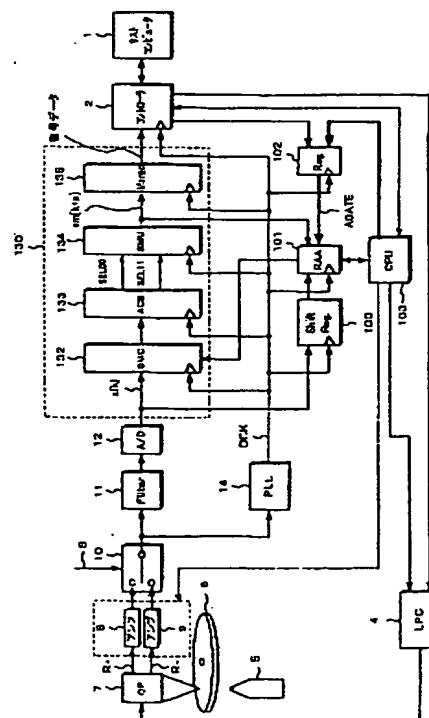
(71)出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川6丁目7番35号
(72)発明者 山口 茂男
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 千葉 孝義
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 堀米 順一
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(74)代理人 弁理士 杉浦 正知

(54)【発明の名称】 情報再生装置および再生方法

(57)【要約】

【課題】 振幅基準値の適応化を行うビタビ復号方法を用いる際に、適応化の結果として異常な振幅基準値が発生することを防止する。

【解決手段】 異常な振幅基準値が発生する原因の一つとなる、クロックの位相誤差の適応化動作への影響を防ぐために、適応化動作がPLしがロックした時点以降に開始するように制御する。具体的には、リードゲートがアクティブとされる時点から、所定時間経過後にアクティブとされるAGATE信号をレジスタ102によって生成する。そして、かかるAGATE信号がアクティブとされる時点から、RAA101が適応化動作を開始するようになされる。この際の所定時間は、PLSのロックが完了するまでの所要時間に、ある程度の余裕分を加えることによって設定される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体から再生される再生信号をビタビ復号方法によって復号するようにした情報再生装置において、

再生信号に基づいてプランチメトリックの値を計算する際に参照値として用いられる振幅基準値を、再生信号値と、ビタビ復号方法の動作結果とに基づいて、クロック毎に更新するようにした振幅基準値適応化手段と、再生動作の開始が指令される時点から、所定時間経過後に上記振幅基準値適応化手段に動作開始を指令する動作開始指令手段を有することを特徴とする情報再生装置。

【請求項2】 請求項1において、上記ビタビ復号方法の動作結果として、状態遷移そのものを表現する状態データを用いることを特徴とする情報再生装置。

【請求項3】 請求項1において、

上記振幅基準値適応化手段は、

上記ビタビ復号方法の動作結果として、状態遷移そのものを表現する状態データを用い、

上記状態データから状態遷移を認識し、認識された状態遷移に対応する振幅基準値を選択する振幅基準値選択手段と、

上記振幅基準値選択手段によって選択される振幅基準値と、上記認識された状態遷移が選択された際の再生信号値とを所定の比率で混合する混合手段と、

上記混合手段による計算値を記憶する振幅基準値の個数に等しい個数の記憶手段とを有するものであることを特徴とする情報再生装置。

【請求項4】 請求項1において、

上記動作開始指令手段は、

再生動作の開始を指令するリードゲート信号を、所定時間遅延させて上記振幅基準値適応化手段に供給するものであることを特徴とする情報再生装置。

【請求項5】 請求項1において、

上記振幅基準値適応化手段に対して与えられる振幅基準値の初期値は、

予め設定された所定値であることを特徴とする情報再生装置。

【請求項6】 請求項1において、

上記振幅基準値適応化手段に対して与えられる振幅基準値の初期値は、

前セクタの再生動作が終了した時点における振幅基準値であることを特徴とする情報再生装置。

【請求項7】 記録媒体から再生される再生信号をビタビ復号するようにした情報再生方法において、

再生信号に基づいてプランチメトリックの値を計算する際に参照値として用いられる振幅基準値を、再生信号値と、ビタビ復号方法の動作結果とに基づいて、クロック毎に更新する振幅基準値適応化手段と、

再生動作の開始が指令される時点から所定時間経過後

に、上記振幅基準値適応化手段の開始を指令する手段を有することを特徴とする情報再生方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 この発明は、例えば光磁気ディスク装置等の情報再生装置、特にPRML (Partial Response Maximum Likelihood) 方法を用いる情報再生装置および再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 光磁気ディスク装置等の情報再生装置において、記録媒体から再生される再生信号を復号する方法として、ビタビ復号方法が多用されている。ビタビ復号方法は、ホワイトノイズを含む再生信号を復号する場合にビットエラーレートを小さくすることができる復号方法である。

【0003】 ビタビ復号方法の概要は、以下のようなものである。記録媒体に対する記録方法に応じて複数個の状態を予め特定し、記録媒体から再生される再生信号に基づいて、リードクロックに従うタイミングでなされる計算処理によって、リードクロックに従う各時点において、最尤な状態遷移を選択する。そして、このような選択の結果に対応して、'1' または'0' の復号データ値の系列としての復号データを生成する。

【0004】 再生信号に基づく計算処理は、ビタビ復号方法の種類によって決まる振幅基準値を参照して行われる。振幅基準値は、再生信号が振幅変動等の影響を受けている理想的なものである場合には、ビタビ復号方法の種類から理論的に決まるものを用いれば良い。しかしながら、再生信号が理想的なものでない一般の場合には、再生信号に加わる振幅変動等に応じて振幅基準値を更新することが必要となる。

【0005】 このような方法として、一般には、エンベロープ検出器等の手段によって再生信号の振幅を検出し、検出値に基づいて振幅基準値を所定の時間間隔で更新することが行われる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上述したような適応化において、異常な振幅基準値が発生することがある。その原因の1つとして、リードクロックの位相誤差がある。すなわち、リードクロックが再生信号に対して位相誤差を有するものである場合には、誤ったサンプリングが行われる。この結果として誤ったサンプリング値がビタビ復号器に供給されることによって、誤った状態遷移が選択される。このような誤った状態遷移に基づいて上述の適応化がなされることによって、異常な振幅基準値が生じることがある。

【0007】 従って、この発明の目的は、振幅基準値の適応化を行うビタビ復号方法を用いる際に、適応化の結果として異常な振幅基準値が発生することを防止することが可能な情報再生装置および再生方法を提供すること

にある。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、記録媒体から再生される再生信号をビタビ復号方法によって復号するようにした情報再生装置において、再生信号に基づいてプランチメトリックの値を計算する際に参照値として用いられる振幅基準値を、再生信号値と、ビタビ復号方法の動作結果とに基づいて、クロック毎に更新するようにした振幅基準値適応化手段と、再生動作の開始が指令される時点から、所定時間経過後に振幅基準値適応化手段に動作開始を指令する動作開始指令手段を有することを特徴とする情報再生装置である。

【0009】請求項7の発明は、記録媒体から再生される再生信号をビタビ復号するようにした情報再生方法において、再生信号に基づいてプランチメトリックの値を計算する際に参照値として用いられる振幅基準値を、再生信号値と、ビタビ復号方法の動作結果とに基づいて、クロック毎に更新する振幅基準値適応化ステップと、再生動作の開始が指令される時点から所定時間経過後に、振幅基準値適応化ステップの開始を指令するステップを有することを特徴とする情報再生方法である。

【0010】以上のような発明によれば、リードクロックが再生信号にロックした後に最適化を開始するように制御することができる。

【0011】このため、リードクロックが再生信号に対する位相誤差を有しない状況で、適応化を開始するような制御を行うことが可能となる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に、この発明の理解を容易とするために、ビタビ復号方法を行う再生系を有する記録／再生装置の一例について、装置の全体構成、記録媒体のセクタフォーマット、4値4状態ビタビ復号方法の概要、4値4状態ビタビ復号方法を実現するビタビ復号器の構成および動作、および4値4状態ビタビ復号方法以外のビタビ復号方法の順に説明する。

【0013】【ディスク記録再生装置の概要】以下、ビタビ復号方法を行う再生系を有する記録／再生装置の一例について説明する。図1は、ビタビ復号方法を行う再生系を有する光磁気ディスク装置の一例の全体構成を示すブロック図である。記録時には、コントローラ2がホストコンピュータ1の指令に従って、記録すべきユーザデータを受取り、情報語としてのユーザデータに基づいてエンコードを行って、符号語としてのRLL(1, 7)符号を生成する。この符号語が記録データとしてレーザパワーコントロール部(以下、LPCと表記する)4に供給される。コントローラ2は、このような処理の他に、後述する復号化処理、および記録、再生、消去等の各モードの制御、並びにホストコンピュータ1との交信等の動作を行う。

【0014】LPC4は、供給された記録データに対応

して、光ピックアップ7のレーザパワーを制御して光磁気ディスク6上に磁気極性を有するビット列を形成することにより、記録を行う。この記録の際に、磁気ヘッド5が光磁気ディスク6にバイアス磁界を付与する。実際には、記録データに基づいて後述するように生成されるプリコード出力に従って、後述するようなマークエッジ記録が行われる。

【0015】後述するように、記録位置すなわちビットの形成位置の制御は、磁気ヘッド5および光ピックアップ7等の位置決めを行う、図示しない手段によってなされる。このため、記録動作時においても、光ピックアップ7がアドレス部等を通過する際には、後述するような再生時の動作と同様な動作が行われる。

【0016】上述したようにして形成される各ビットを、記録データに基づいて後述するようにして生成されるプリコード出力中の各ビットに対応させる方法について、図2を参照して説明する。プリコード出力中の、例えば'1'に対してビットを形成し、'0'に対してビットを形成しない記録方法をマーク位置記録方法と称する。一方、各ビットのエッジによって表現される、プリコード出力中の各ビットの境界における極性の反転を、例えば'1'に対応させる記録方法をマークエッジ記録方法と称する。再生時には、再生信号中の各ビットの境界は、後述するようにして生成されるリードクロックDCKに従って認識される。

【0017】次に、再生系の構成および動作について説明する。光ピックアップ7は、光磁気ディスク6にレーザ光を照射し、それによって生じる反射光を受光して、再生信号を生成する。再生信号は、和信号R+、差信号R-および図示しないフォーカスエラー信号ならびにトラッキングエラー信号の4種類の信号からなる。和信号R+は、アンプ8によってゲイン調整等がなされた後に切替えスイッチ10に供給される。また、差信号R-は、アンプ9によってゲイン調整等がなされた後に切替えスイッチ10に供給される。さらに、フォーカスエラー信号は、フォーカスエラーを解消する手段(図示せず)に供給される。一方、トラッキングエラー信号は、図示しないサーボ系等に供給され、それらの動作において用いられる。

【0018】切替えスイッチ10には、後述するような切替え信号Sが供給される。切替えスイッチ10は、この切替え信号Sに従って、以下のように、和信号R+または差信号R-をフィルタ部11に供給する。すなわち、後述するような光磁気ディスク6のセクタフォーマットにおいて、エンボス加工によって形成される部分から再生される再生信号が切替えスイッチ10に供給される期間には、和信号R+をフィルタ部11に供給する。また、光磁気的に記録される部分から再生される再生信号が切替えスイッチ10に供給される期間には、差信号R-をフィルタ部11に供給する。

【0019】切替え信号Sは、例えば次のようにして生成される。すなわち、まず、再生信号から、セクタフォーマットに規定される所定のパターンから再生される信号を検出する。このような所定のパターンとしては、例えば後述するセクタマークSM等が用いられる。そして、かかる検出がなされた時点を基準として、後述するリードクロックを数える等の方法によって認識される所定時点において、切替え信号Sが生成される。

【0020】フィルタ部11は、ノイズカットを行うローパスフィルタおよび波形等化を行う波形等化器から構成される。後述するように、この際の波形等化処理において用いられる波形等化特性は、ビタビ復号器13が行うビタビ復号方法に適合するものとされる。フィルタ部11の出力を供給されるA/D変換器12は、後述するようにして供給されるリードクロックDCKに従って再生信号値 $z[k]$ をサンプリングする。ビタビ復号器13は、再生信号値 $z[k]$ に基づいて、ビタビ復号方法によって復号データを生成する。かかる復号データは、上述したようにして記録される記録データに対する最尤復号系列である。従って、復号エラーが無い場合には、復号データは、記録データと一致する。

【0021】復号データは、コントローラ2に供給される。上述したように、記録データは、ユーザデータからチャンネル符号化等の符号化によって生成された符号語である。従って、復号エラーレートが充分低ければ、復号データは、符号語としての記録データとみなすことができる。コントローラ2は、復号データに、上述のチャンネル符号化等の符号化に対応する復号化処理を施すことにより、ユーザデータ等を再生する。

【0022】また、フィルタ部11の出力は、PLL部14にも供給される。PLL部14は、供給された信号に基づいて、リードクロックDCKを生成する。リードクロックDCKは、コントローラ2、A/D変換器12、ビタビ復号器13等に供給される。コントローラ2、A/D変換器12、ビタビ復号器13の動作は、リードクロックDCKに従うタイミングでなされる。さらに、リードクロックDCKは、図示しないタイミングジェネレータに供給される。タイミングジェネレータは、例えば、記録／再生動作の切替え等の装置の動作タイミングを制御する信号を生成する。

【0023】上述したような再生動作において、光磁気ディスク6から再生される再生信号に基いて、より正しい再生データを得るために、再生系の各構成要素の動作を再生信号の品質に応じて適正化することが行われる。このような操作をキャリブレーションと称する。キャリブレーションは、再生信号の品質等が例えば加工精度等の記録媒体の特性、および例えば記録用レーザ光のパワーの変動、周囲温度等の記録／再生時の条件等によって変化する可能性があることに対応するために再生系のパラメータを適正化するためのものである。

【0024】キャリブレーションの内容は、例えば光ピックアップ7の読み取り用レーザ光パワーの調整、アンプ8および9のゲインの調整、フィルタ部11の波形等化特性の調整、およびビタビ復号器13の動作において用いられる振幅基準値の調整等である。このようなキャリブレーションは、電源投入直後または記録媒体の交換時等に、図1中には図示しない構成によって行われる。

【0025】〔記録媒体のセクタフォーマットの概要〕光磁気ディスク6には、セクタを記録／再生の単位としてユーザデータが記録される。図3を参照して、光磁気ディスク6において用いられるセクタフォーマットの一例について説明する。図3Aに示すように、1セクタは、記録／再生の順に従って、ヘッダ、ALPC、ギャップ、VFO₃、シンク、データフィールド、バッファの各エリアに区分されている。図3中に付した数字は、バイト数を表す。光磁気ディスク6上には、ブロック符号化等の符号化がなされたデータが記録される。例えば8ビットが12チャンネルビットに変換されて記録される。

【0026】このセクタフォーマットの一例においては、ユーザデータ量が1024バイトのフォーマットと、ユーザデータ量が512バイトのフォーマットとが用意されている。ユーザデータ量が1024バイトのフォーマットでは、データフィールドのバイト数が670バイトとされる。また、ユーザデータ量が512バイトのフォーマットでは、データフィールドのバイト数が1278バイトとされる。これら2つのセクタフォーマットにおいて、63バイトのプリフォーマットされたヘッダと、ALPC、ギャップエリアの18バイトは、同一とされている。

【0027】図3Bは、63バイトのヘッダを拡大して示す。ヘッダは、セクタマークSM(8バイト)、VFOフィールドのVFO₁(26バイト)、アドレスマークAM(1バイト)、IDフィールドのID₁(5バイト)、VFOフィールドのVFO₂(16バイト)、アドレスマークAM(1バイト)、IDフィールドのID₂(5バイト)、およびポストアンブルPA(1バイト)が順に配列された構成とされている。

【0028】図3Cは、18バイトのALPC、ギャップエリアを拡大して示す。18バイトは、ギャップフィールド(5バイト)、フラグフィールド(5バイト)、ギャップフィールド(2バイト)、ALPC(6バイト)からなる。

【0029】次に、これらのフィールドについて説明する。セクタマークSMは、セクタの開始を識別するためのマークであり、RLL(1,7)符号において生じないエンボス加工によって形成されたパターンを有する。VFOフィールドは、上述のPLL部18中のVFO(Variabel Frequency Oscillator)を同期させるためのもので、VFO₁、VFO₂およびVFO₃からなる。V

VFO_1 および VFO_2 は、エンボス加工によって形成されている。また、 VFO_3 は、そのセクタに対して記録動作が行われる際に光磁気的に書かれる。 VFO_1 、 VFO_2 および VFO_3 は、それぞれチャンネルビットの'0' と'1' が交互に現れるパターン（2Tパターン）を有する。従って、1 チャンネルビットの時間長に対応する時間を T とすると、 VFO フィールドを再生した時に、2T毎にレベルが反転する再生信号が得られる。

【0030】アドレスマーク AM は、後続の ID フィールドのためのバイト同期を装置に対して与えるために使用され、RLL (1, 7) 符号において生じないエンボスされたパターンを有する。ID フィールドは、セクタのアドレス、すなわち、トラック番号およびセクタ番号の情報と、これらの情報に対するエラー検出用の CRC バイトを有する。ID フィールドは、5 バイトからなる。 ID_1 および ID_2 によって、同一のアドレス情報が二重に記録される。ポストアンブル PA は、チャンネルビットの'0' と'1' とが交互に現れるパターン（2T パターン）を有する。 ID_1 、 ID_2 およびポストアンブル PA も、エンボス加工によって形成されている。このように、ヘッダの領域は、エンボス加工によりビットが形成されたプリフォーマットされた領域である。

【0031】図3C は、ALPC、ギャップエリアを拡大して示す。ギャップには、ビットが形成されない。最初のギャップフィールド（5 バイト）は、プリフォーマットされたヘッダの後の最初のフィールドであり、これによって、ヘッダの読み取りを完了した後の処理に装置が要する時間が確保される。2 番目のギャップフィールド（2 バイト）は、後の VFO_3 の位置のずれを許容するためのものである。

【0032】ALPC、ギャップエリアには、5 バイトのフラグフィールドが記録される。フラグフィールドは、セクタのデータが記録される時に、連続した 2T パターンが記録される。ALPC (Auto Laser Power Control) フィールドは、記録時のレーザパワーをテストするために設けられている。シンクフィールド（4 バイト）は、続くデータフィールドのためのバイト同期を装置が得るために設けられており、所定のビットパターンを有する。

【0033】データフィールドは、ユーザデータを記録するために設けられる。上述した 670 バイトのデータフィールドには、512 バイトのユーザデータと、144 バイトのエラー検出、訂正用のパリティ等と、12 バイトのセクタ書き込みフラグと、2 バイト (FF) とからなる。また、1278 バイトのデータフィールドの場合には、1024 バイトのユーザデータと、242 バイトのエラー検出、訂正用のパリティ等と、12 バイトのセクタ書き込みフラグとからなる。セクタの最後のバッファフィールドは、電気的、あるいは機械的な誤差に対する許容範囲として使用される。

【0034】上述したセクタフォーマットの例において、ヘッダは、エンボス加工によりビットが形成されたエリアである。また、ALPC、ギャップエリアは、再生時には、使用されないエリアである。さらに、 VFO_3 、シンクフィールドおよびデータフィールドは、光磁気記録されたデータのエリアである。

【0035】〔4 値 4 状態ビタビ復号方法の概要〕以下、ビタビ復号器 13 によって行われるビタビ復号方法について説明する。上述したように、ユーザデータは、様々な符号化方法によって記録データとしての符号語に変換される。符号化方法は、記録媒体の性質および記録／再生方法等に応じて適切なものが採用される。光磁気ディスク装置においては、ブロック符号化において、Run Length すなわち '1' と '1' の間の '0' の数を制限する RLL (Run Length Limited) 符号化方法が用いられることが多い。従来から幾つかの RLL 符号化方法が用いられている。一般に、'1' と '1' の間の '0' の数を最小で d 個、最大で k 個とする m/n ブロック符号を RLL (d, k; m, n) 符号と称する。

【0036】例えば、2/3 ブロック符号において、「1' と '1' の間の '0' の数を最小で 1 個、最大で 7 個とするブロック符号化方法は、RLL (1, 7; 2, 3) 符号である。一般に RLL (1, 7; 2, 3) 符号を RLL (1, 7) 符号と称することが多いので、以下の説明においても単に RLL (1, 7) 符号と表記した場合には、RLL (1, 7; 2, 3) 符号を指すこととする。

【0037】このような RLL 符号化方法と、上述したマークエッジ記録方法との組合せによって記録されたデータから再生される再生信号を復号するために、ビタビ復号方法を用いることができる。

【0038】このような RLL 符号化方法は、記録密度の向上、および再生動作の安定性の確保という 2 つの観点から、符号化方法に要求される条件に対応できるものである。まず、上述したように、マークエッジ記録方法は、記録データに基づいて後述するように生成されるプリコード出力における '1' を各ビットのエッジによって表現される極性の反転に対応させるものなので、「1' と '1' の間の '0' の数を多くする程、各ビット 1 個当たりに記録されるビット数を大きくすることができる。従って、記録密度を大きくすることができる。

【0039】一方、再生系の動作タイミングを合わせるために必要なリードクロック DCK は、上述したように、再生信号に基づいて PLL 部 14 によって生成される。このため、記録データにおいて '1' と '1' の間の '0' の数を多くすると、再生動作の際に PLL 部の動作が不安定となるので、再生動作全体が不安定なものとなる。

【0040】これら 2 つの条件を考慮すると、「1' と '1' の間の '0' の数は、多過ぎたり、少な過ぎたりしな

い、適切な範囲内に設定される必要がある。このような、記録データ中の'0'の数の設定に関して、RLL符号化方法が有効となる。

【0041】ところで、図4に示すように、上述したRLL(1, 7)符号化方法とマークエッジ記録方法の組み合わせにおいては、記録データに基づいて生成されるプリコード出力中の'1'と'1'の間に最低1個の'0'が含まれるので、最小反転幅が2となる。このような、最小反転幅が2となる符号化方法が用いられる場合に、符号間干渉およびノイズ等の影響を受けている再生信号から記録データを復号する方法として、後述するように、4値4状態ビタビ復号方法を適用することができる。

【0042】上述したように、再生信号には、フィルタ部11によって波形等化処理がなされる。ビタビ復号方法の前段としてなされるこのような波形等化処理には、符号間干渉を積極的に利用するパーシャルレスポンス方

$$b[k] = \text{mod}2\{a[k] + b\}$$

このようなプリコード出力 $b[k]$ が実際に光磁気ディスク媒体等に記録される。一方、フィルタ部11中の波形等化器によってなされる、波形等化特性PR(1, 2, 1)での波形等化処理について説明する。但し、以下の説明においては、信号の振幅を規格化せずに、波形等化特性をPR(B, 2A, B)とする。また、ノイズを考慮しない場合の再生信号の値を $c[k]$ と表記する。さらに、ノイズを含む実際の再生信号(すなわち、記録媒体から再生された再生信号)を $z[k]$ と表記する。

【0045】PR(B, 2A, B)は、ある時点 k における再生信号の値に対して、時点 k における振幅の寄与

$$c[k] = B \times b[k-2] + 2A \times b[k-1] + B \times b[k] - A - B \quad (2)$$

従って、ノイズを考慮しない場合の再生信号 $c[k]$ は、 $A+B$, A , $-A$, $-A-B$ の内の何れかの値をとることになる。一般に、再生信号の性質を示す方法の一つとして、例えば5個の時点を単位として、再生信号を多数重ね合わせたものをアイパターンと称する。この発明を適用することができる光磁気ディスク装置において、PR(B, 2A, B)の下で波形等化処理された実際の再生信号 $z[k]$ についてのアイパターンの一例を図5に示す。図5から各時点における再生信号 $z[k]$ の値は、ノイズによるばらつきを有するが、ほぼ、 $A+B$, A , $-A$, $-A-B$ の内の何れかになることが確認できる。後述するように、 $A+B$, A , $-A$, $-A-B$ の値は、識別点として用いられる。

【0048】上述したような波形等化処理がなされた再生信号を復号する、ビタビ復号方法の概略は、次のようなものである。ステップ①符号化方法および記録媒体に対する記録方法に基づいて、生じ得る全ての状態を特定する。ステップ②ある時点における各状態を起点として、次の時点において生じ得る全ての状態遷移と、各状

法が用いられる。この際に用いられる波形等化特性は、一般に $(1+D)^n$ で表されるパーシャルレスポンス特性の内から、記録/再生系の線記録密度およびMTF (Modulation Transfer Function) を考慮して決められる。上述したRLL(1, 7)符号化方法とマークエッジ記録方法の組み合わせによって記録されたデータに対して、PR(1, 2, 1)を用いる波形等化処理は、4値4状態ビタビ復号方法の前段となる。

【0043】一方、マークエッジ記録方法においては、光磁気ディスク媒体等に対する実際の記録に先立って、上述のRLL符号化等によって符号化された記録データに基づくプリコードが行われる。各時点 k における記録データ列を $a[k]$ 、これに基づくプリコード出力を $b[k]$ とすると、プリコードは、以下のように行われる。

【0044】

$$b[k-1] \quad (1)$$

が振幅値の2A倍とされ、さらに前後の時点 $k-1$ より $k+1$ における振幅の寄与が各々の時点での信号の振幅のB倍とされるものである。従って、再生信号の値の最大値は、時点 $k-1$, k , $k+1$ において何れもパルスが検出される場合である。このような場合には、再生信号の値の最大値は、以下のようになる。

$$[0046] B + 2A + B = 2A + 2B$$

また、再生信号の値の最小値は0となる。但し、実際の取り扱いにおいては、 $c[k]$ として、DC成分の $A+B$ を差し引いた以下のようなものが用いられる。

【0047】

態遷移が生じる時の記録データ $a[k]$ および再生信号の値 $c[k]$ を特定する。ステップ①および②の結果として特定された全ての状態および状態遷移と、各状態遷移が生じる時の〔記録データの値 $a[k]$ / 再生信号の値 $c[k]$ 〕を図の形式で表現したものを状態遷移図と称する。後述するように、4値4状態ビタビ復号方法における状態遷移図は、図7に示すようなものである。そして、この状態遷移図に基づく復号動作を行うように、ビタビ復号器13が構成される。

【0049】さらに、ステップ③上述したように、状態遷移図を前提として、記録媒体から各時点 k において再生成される再生信号 $z[k]$ に基づく最尤な状態遷移が選択される。但し、上述したように、 $z[k]$ は、ビタビ復号器13に供給される前段において波形等化されたものである。このような最尤な状態遷移の選択がなされる毎に、選択された状態遷移に対応して、状態遷移図に記載された記録データ $a[k]$ の値を復号値とすることによって、記録データに対する最尤復号値系列としての復号データ $a'[k]$ を得ることができる。但し、各時点

k における復号データ値から、最尤復号値系列とするための構成は、後述するビタビ復号器13中のPMU23である。従って、上述したように、復号データ列 $a' [k]$ は、復号エラーが無い場合には、記録データ列 $a [k]$ と一致する。上述のステップ①～ステップ③について、以下に詳細に説明する。

【0050】上述のステップ①について説明する。まず、ここで用いられる状態として、ある時点 k における状態を、時点 k およびそれ以前のプリコード出力を用いて次のように定義する。すなわち、 $n = b [k]$ 、 $m = b [k-1]$ 、 $l = b [k-2]$ の時の状態を S_{nlm} と定義する。このような定義によって、 $2^3 = 8$ 個の状態があると考えられるが、上述したように、実際に生じ得

$$a [k] = 1, a [k-1] = 1, a [k-2] = 1 \quad (3)$$

$$a [k] = 1, a [k-1] = 1, a [k-2] = 0 \quad (4)$$

$$a [k] = 0, a [k-1] = 1, a [k-2] = 1 \quad (5)$$

記録データ列に課されるこのような条件に基づいて、上述の(1)式に従って $b [k]$ について課される条件について検討すると、S010およびS101の2個の状態は生じ得ないことがわかる。従って、生じ得る状態は、 $2^3 - 2 = 6$ 個である。

【0053】次に、ステップ②について説明する。ある時点 j における状態を起点として、次の時点 $j+1$ において生じ得る状態を求めるためには、時点 $j+1$ における

$$a [j] = 0, a [j-1] = 0, a [j-2] = 1 \quad (6)$$

$$a [j] = 0, a [j-1] = 0, a [j-2] = 0 \quad (7)$$

[$a [j+1] = 1$ の時]この時、(1)式に従って、 $b [j+1]$ は、以下のように計算される。

【0056】

$$\begin{aligned} b [j+1] &= \text{mod} 2 \{ a [j+1] + b [j] \} \\ &= \text{mod} 2 \{ 1 + 0 \} \\ &= 1 \end{aligned} \quad (8)$$

従って、再生信号 $c [j]$ の値は、上述の(2)式に従

$$\begin{aligned} c [j+1] &= \{ B \times b [j+1] + 2A \times b [j] + B \times b [j-1] \} \\ &\quad - A - B \\ &= \{ B \times 1 + 2A \times 0 + B \times 0 \} - A - B \\ &= -A \end{aligned} \quad (9)$$

また、次の時点 $j+1$ での状態 S_{nlm} については、 $n = b [j+1]$ 、 $l = b [j]$ 、 $m = b [j-1]$ である。そして、上述したように $b [j+1] = 1$ 、 $b [j] = 0$ 、 $b [j-1] = 0$ となるので、次の時点 $j+1$ における状態は、S100である。従って、 $a [j+1] = 1$ の場合には、S000→S100という遷移が生じることが特定できる。

【0058】[$a [j+1] = 0$ の時]この時、(1)式に従って、 $b [j+1]$ は、以下のように計算され

$$\begin{aligned} c [j+1] &= \{ B \times b [j+1] + 2A \times b [j] + B \times b [j-1] \} \\ &\quad - A - B \\ &= \{ B \times 0 + 2A \times 0 + B \times 0 \} - A - B \\ &= -A \end{aligned} \quad (11)$$

る状態は、符号化方法等に基づいて制限される。RLL(1, 7)符号として符号化された記録データ列 $a [k]$ においては、「1」と「1」の間に最低1個の「0」が含まれるので、2個以上の「1」が連続することが無い。記録データ列 $a [k]$ に課されるこのような条件に基づいてプリコード出力 $b [k]$ について一定の条件が課され、その結果として生じ得る状態に制限が加えられる。

【0051】このような制限について具体的に説明する。上述したようにRLL(1, 7)符号化によって生成される記録データ列中に、2個以上の「1」が連続するもの、すなわち以下のものはあり得ない。

【0052】

$$a [k] = 1, a [k-1] = 1, a [k-2] = 1 \quad (3)$$

$$a [k] = 1, a [k-1] = 1, a [k-2] = 0 \quad (4)$$

$$a [k] = 0, a [k-1] = 1, a [k-2] = 1 \quad (5)$$

る記録データの値 $a [j+1]$ が1となる場合、および0となる場合に分けて調べる必要がある。

【0054】ここでは、状態S000を例として説明する。上述の(1)式に従って、S000すなわち $n = b [j] = 0$ 、 $l = b [j-1] = 0$ 、 $m = b [j-2] = 0$ とプリコードされる記録データとしては、以下の2個が考えられる。

【0055】

$$a [j] = 0, a [j-1] = 0, a [j-2] = 1 \quad (6)$$

$$a [j] = 0, a [j-1] = 0, a [j-2] = 0 \quad (7)$$

って、次のように計算される。

【0057】

る。

【0059】

$$\begin{aligned} b [j+1] &= \text{mod} 2 \{ a [j+1] + b [j] \} \\ &= \text{mod} 2 \{ 0 + 0 \} \\ &= 0 \end{aligned} \quad (10)$$

従って、再生信号 $c [j+1]$ の値は、上述の(2)式に従って、次のように計算される。

【0060】

また、次の時点 $j+1$ における状態 S_{nlm} については、 $n = b[j+1]$, $l = b[j]$, $m = b[j-1]$ である。そして、上述したように $b[j+1] = 0$, $b[j] = 0$, $b[j-1] = 0$ となるので、次の時点における状態は、 S_{000} である。従って、 $a[j+1] = 0$ の場合には、 $S_{000} \rightarrow S_{000}$ という遷移が生じることが特定できる。

【0061】このようにして、時点 j における S_{000} 以外の各状態についても、それらを起点として次の時点 $j+1$ において生じ得る状態遷移と、そのような各状態遷移が生じる時の記録データ値 $a[j+1]$ および再生信号値 $c[j+1]$ との対応を求めることができる。

【0062】上述したようにして、各状態について、それらを起点として生じ得る状態遷移と、各状態遷移が生じる時の記録データの値および再生信号の値との対応を求め、図の形式に表したもののが図6である。上述の時点 j および $j+1$ は、特別の時点ではない。従って、上述したようにして求まる、生じ得る状態遷移とそれらに伴う記録データの値および再生信号の値との対応は、任意の時点において適用することができる。このため、図6においては、任意の時点 k において生じる状態遷移に伴う記録データの値を $a[k]$ と表記し、再生信号の値を $c[k]$ と表記する。

【0063】図6において、状態遷移は、矢印によって表される。また、各矢印に付した符号が〔記録データ値 $a[k]$ / 再生信号値 $c[k]$ 〕を示している。状態 S_{000} , S_{001} , S_{111} および S_{110} を起点とする状態遷移は、2通り有るのに対して、状態 S_{011} および S_{100} を起点として生じ得る遷移は1通りのみである。

【0064】さらに、図6において S_{000} と S_{001} は、何れも $a[k] = 1$ に対しては、 $c[k] = -A$ という値を取り、 S_{100} に遷移している。一方、 $a[k] = 0$ に対しては、 $c[k] = -A - B$ という値を取り、 S_{000} に遷移している。また、 S_{111} と S_{110} も同様に、同じ $a[k+1]$ の値について同じ $c[k+1]$ の値を取り、且つ、同じ状態に遷移している。従って、 S_{000} と S_{001} をまとめて S_0 と表現し、 S_{111} と S_{110} をまとめて S_2 と表現することができる。さらに、 S_{011} を S_3 とし、 S_{100} を S_1 と表現することにして、整理したものが図7である。

【0065】上述したように、図7が4値4状態ビタビ復号方法に用いられる状態遷移図である。図7中には、 $S_0 \sim S_3$ の4個の状態、および再生信号 $c[k+1]$ の値としての $-A - B$, $-A$, A , $A + B$ の4個の値が示されている。状態 S_0 および S_2 を起点とする状態遷移は、2通り有るのに対して、状態 S_1 および S_3 を起点とする状態遷移は、1通りのみである。

$$L(S_a, k)$$

$$= L(S_p, k-1) + (z[k] - c(S_p, S_a))^2 \quad (13)$$

【0066】一方、状態遷移を時間に沿って表現する形式として、図8に示すようなトレリス線図が用いられる。図8では、2個の時点間の遷移を示しているが、さらに多数の時点間の遷移を示すこともできる。時間経過に伴い、順次右の時点に遷移していく様子が表現される。従って、水平な矢印は、例えば $S_0 \rightarrow S_0$ 等の同じ状態への遷移を表し、斜めの矢印は、例えば $S_1 \rightarrow S_2$ 等の異なる状態への遷移を表すことになる。

【0067】上述したビタビ復号方法のステップ③、すなわち図7に示した状態遷移図を前提として、ノイズを含む実際の再生信号 $z[k]$ から最尤な状態遷移を選択する方法について以下に説明する。

【0068】最尤な状態遷移を選択するためには、まず、ある時点 k における状態について、その状態に至る過程において経由してきた複数時点間の状態遷移の尤度の和を計算し、さらに、計算された尤度の和を比較して、最尤の復号系列を選択することが必要である。このような尤度の和をパスメトリックと称する。

【0069】パスメトリックを計算するためには、まず、隣接する時点間の状態遷移の尤度を計算することが必要となる。このような尤度の計算は、上述の状態遷移図を参照して、再生信号 $z[k]$ の値に基づいて以下のようになされる。まず、一般的な説明として、時点 $k-1$ において、状態 S_a である場合について考える。この時、ビタビ復号器31に再生信号 $z[k]$ が入力された場合に、状態 S_b への状態遷移が生じる尤度が次式に従って計算される。但し、状態 S_a および状態 S_b は、図7の状態遷移図に記載されている4個の状態の何れかとする。

【0070】

$$(z[k] - c(S_a, S_b))^2 \quad (12)$$

上式において、 $c(S_a, S_b)$ は、状態 S_a から状態 S_b への状態遷移について、図7の状態遷移図に記載されている再生信号の値である。すなわち、上述の図7において、例えば状態遷移 $S_0 \rightarrow S_1$ について、 $-A$ と算出されている値である。従って、式(12)は、ノイズを含む実際の再生信号 $z[k]$ の値と、ノイズを考慮せずに計算された再生信号 $c(S_a, S_b)$ の値の間のユークリッド距離となる。ある時点におけるパスメトリックは、その時点に至るまでのこのような隣接時点間の状態遷移の尤度の総和として定義される。

【0071】ところで、時点 k において状態 S_a である場合を考える。この場合に、時点 $k-1$ において状態 S_a に遷移し得る状態を S_p とすれば、パスメトリック $L(S_a, k)$ は、時点 $k-1$ におけるパスメトリックを用いて次式のように計算される。

【0072】

すなわち、時点 $k-1$ において状態 S_p に至った場合のパスメトリック $L(S_p, k-1)$ と、時点 $k-1$ と時点 k の間で生じる $S_p \rightarrow S_a$ なる状態遷移の尤度 ($z(k) - c(S_p, S_a)$)² を加算することによって、パスメトリック $L(S_a, k)$ が計算される。この $(z(k) - c(S_p, S_a))^2$ のような、最新の状態遷移の尤度は、プランチメトリックと称される。しかし、ここでのプランチメトリックは、後述するビタビ復号器13中のプランチメトリック計算回路(BMC)20によって計算されるプランチメトリック、すなわち、規格化メトリックに対応するプランチメトリックとは、別なものであることに注意が必要である。

【0073】また、時点 k において状態 S_a である場合

$$\begin{aligned} L(S_a, k) &= \min \{ L(S_p, k-1) + (z(k) - c(S_p, S_a))^2, \\ &\quad L(S_q, k-1) + (z(k) - c(S_q, S_a))^2 \} \quad (14) \end{aligned}$$

すなわち、時点 $k-1$ において状態 S_p であり、 $S_p \rightarrow S_a$ なる状態遷移によって状態 S_a に至った場合と、時点 $k-1$ において状態 S_q であり、 $S_q \rightarrow S_a$ なる状態遷移によって状態 S_a に至った場合の各々について、尤度の和を計算する。そして、各々の計算値を比較し、より小さい値を時点 k における状態 S_a に関するパスメトリック $L(S_a, k)$ とする。

【0075】このようなパスメトリックの計算を、図7

$$\begin{aligned} L(0, k) &= \min \{ L(0, k-1) + (z(k) + A+B)^2, \\ &\quad L(3, k-1) + (z(k) + A)^2 \} \quad (15) \end{aligned}$$

$$L(1, k) = L(0, k-1) + (z(k) + A)^2 \quad (16)$$

$$\begin{aligned} L(2, k) &= \min \{ L(2, k-1) + (z(k) - A-B)^2, \\ &\quad L(1, k-1) + (z(k) - A)^2 \} \quad (17) \end{aligned}$$

$$L(3, k) = L(2, k-1) + (z(k) - A)^2 \quad (18)$$

上述したように、このようにして計算されるパスメトリックの値を比較して、最尤な状態遷移が選択されれば良い。ところで、最尤な状態遷移を選択するためには、パスメトリックの値そのものを計算しなくても、パスメトリックの値の比較ができるれば良い。そこで、実際の4値

$$\begin{aligned} m(i, k) &= [L(i, k) - z(k)^2 - (A+B)^2] / 2 / (A+B) \quad (19) \end{aligned}$$

式(19)を $S_0 \sim S_3$ の各状態に適用すると、具体的な規格化パスメトリックは、以下のように2乗計算を含まないものとなる。このため、後述する、加算、比較、

$$\begin{aligned} m(0, k) &= \min \{ m(0, k-1) + z(k), \\ &\quad m(3, k-1) + \alpha \times z(k) - \beta \} \quad (20) \end{aligned}$$

$$m(1, k) = m(0, k-1) + \alpha \times z(k) - \beta \quad (21)$$

$$\begin{aligned} m(2, k) &= \min \{ m(2, k-1) - z(k), \\ &\quad m(1, k-1) - \alpha \times z(k) - \beta \} \quad (22) \end{aligned}$$

$$m(3, k) = m(2, k-1) + \alpha \times z(k) - \beta \quad (23)$$

但し、式(20)～(23)中の α および β は、以下のようなものである。

$$[\text{0079}] \alpha = A / (A+B) \quad (24)$$

$$\beta = B \times (B + 2 \times A) / 2 / (A+B) \quad (25)$$

に、時点 $k-1$ において状態 S_a に遷移し得る状態が複数個存在することがある。図7においては、状態 S_0 および S_2 がこのような場合である。すなわち時点 k において状態 S_0 である場合に、時点 $k-1$ において状態 S_0 に遷移し得る状態は、 S_0 と S_3 の2個である。また、時点 k において状態 S_2 である場合に、時点 $k-1$ において状態 S_2 に遷移し得る状態は、 S_1 と S_2 の2個である。一般的な説明として、時点 k において状態 S_a であり、且つ、時点 $k-1$ において状態 S_a に遷移し得る状態が S_p および S_q の2個である場合に、パスメトリック $L(S_a, k)$ は、次式のように計算される。
【0074】

用いて上述した4値4状態について具体的に適用すると、時点 k における各状態 S_0, S_1, S_2 および S_3 についてのパスメトリック $L(0, k), L(1, k), L(2, k)$ および $L(3, k)$ は、時点 $k-1$ における各状態 $S_0 \sim S_3$ についてのパスメトリック $L(0, k-1) \sim L(3, k-1)$ を用いて以下のように計算できる。

【0076】

4状態ビタビ復号方法においては、パスメトリックの代わりに以下に定義するような規格化パスメトリックを用いることにより、各時点 k における $z(k)$ に基づく計算を容易なものとするようになされる。

【0077】

選択回路(ACS)21における計算を容易なものとすることができる。

【0078】

このような規格化パスメトリックに基づく4値4状態ビタビ復号方法における状態遷移の条件について図9に示す。上述の4個の規格化パスメトリックの内に、2個から1個を選択する式が2つあるので、 $2 \times 2 = 4$ 通りの

条件がある。

【0080】〔4値4状態ビタビ復号器の概要〕上述した4値4状態ビタビ復号方法を実現するビタビ復号器13について以下に説明する。図10にビタビ復号器13の全体構成を示す。ビタビ復号器13は、ブランチメントリック計算回路(以下、BMCと表記する)20、加算、比較および選択回路(以下、ACSと表記する)21、圧縮およびラッチ回路22およびバスメモリユニット(以下、PMUと表記する)23から構成される。これらの各構成要素に対して上述のリードクロックDCK(以下の説明においては、単にクロックと表記する)が供給されることにより、ビタビ復号器13全体の動作タイミングが合わされる。以下、各構成要素について説明する。

【0081】BMC20は、入力される再生信号 $z[k]$ に基づいて、規格化バスメトリックに対応するブランチメントリックの値 BMO , $BM1$, $BM2$ および $BM3$ を計算する。 $BMO \sim BM3$ は、上述の式(20)～(23)の規格化バスメトリックを計算するために必要とされる、以下のようなものである。

【0082】

$$BMO = z[k] \quad (26)$$

$$BM1 = \alpha \times z[k] - \beta \quad (27)$$

$$BM2 = -z[k] \quad (28)$$

$$BM3 = -\alpha \times z[k] - \beta \quad (29)$$

この計算に必要な α および β は、上述の式(24)および(25)に従ってBMC20によって計算される基準値である。かかる計算は、例えば再生信号 $z[k]$ に基づくエンベロープ検出等の方法で検出され、BMC20に供給される識別点 $-A-B$, $-A$, A および $A+B$ の値に基づいてなされる。

【0083】 $BMO \sim BM3$ の値は、ACS21に供給される。一方、ACS21は、後述するような圧縮およびラッチ回路22から、1クロック前の規格化バスメトリックの値(但し、後述するように圧縮のなされたもの) $M0$, $M1$, $M2$ および $M3$ を供給される。そして、 $M0 \sim M3$ と、 $BMO \sim BM3$ とを加算して、後述するようにして、最新の規格化バスメトリックの値 $L0$, $L1$, $L2$ および $L3$ を計算する。 $M0 \sim M3$ が圧縮のなされたものであるため、 $L0 \sim L3$ を計算する際のオーバーフローを避けることができる。

【0084】さらに、ACS21は、最新の規格化バスメトリックの値 $L0 \sim L3$ に基づいて、後述するように、最尤な状態遷移を選択し、また、選択結果に対応して、バスメモリ23に供給される選択信号SEL0およびSEL2を'High'または'Low'とする。

【0085】また、ACS21は、 $L0 \sim L3$ を圧縮およびラッチ回路22に供給する。圧縮およびラッチ回路22は、供給される $L0 \sim L3$ を圧縮した後にラッチする。その後、1クロック前の規格化バスメトリック $M0$

～ $M3$ としてACS21に供給する。

【0086】この際の圧縮の方法としては、例えば以下に示すように、最新の規格化バスメトリック $L0 \sim L3$ から、そのうちの1個、例えば $L0$ を一律に差し引く等の方法が用いられる。

$$M0 = L0 - L0 \quad (30)$$

$$M1 = L1 - L0 \quad (31)$$

$$M2 = L2 - L0 \quad (32)$$

$$M3 = L3 - L0 \quad (33)$$

この結果として、 $M0$ が常に0の値をとることになるが、以下の説明においては、一般性を損なわないために、このまま $M0$ と表記する。式(30)～(33)によって計算される $M0 \sim M3$ の値の差は、 $L0 \sim L3$ の値の差と等しいものとなる。上述したように、最尤な状態遷移の選択においては、規格化バスメトリック間の値の差のみが問題となる。従って、このような圧縮方法は、最尤な状態遷移の選択結果に影響せずに規格化バスメトリックの値を圧縮し、オーバーフローを防止する方法として有効である。このように、ACS21と圧縮およびラッチ回路22は、規格化バスメトリックの計算に関するループを構成する。

【0088】上述のACS21について、図11を参照してより詳細に説明する。ACS21は、6個の加算器51, 52, 53, 54, 56, 58および2個の比較器55, 57から構成される。一方、上述したようにACS21には、1クロック前の圧縮された規格化バスメトリックの値 $M0 \sim M3$ および規格化バスメトリックに対応するブランチメントリックの値 $BMO \sim BM3$ が供給される。

【0089】加算器51には、 $M0$ および BMO が供給される。加算器51は、これらを加算して以下のような $L00$ を算出する。

$$L00 = M0 + BMO \quad (34)$$

上述したように、 $M0$ は、時点 $k-1$ において状態 $S0$ に至った場合に、経由してきた状態遷移の総和に対応する圧縮された規格化バスメトリックである。また、 BMO は、時点 k において入力される再生信号 $z[k]$ に基づいて上述の(26)式に従って計算されるもの、すなわち $z[k]$ の値そのものである。従って、式(34)の値は、上述したような圧縮の作用の下に、上述の式(20)中の $m(0, k-1) + z[k]$ の値を計算したものとなる。すなわち、時点 $k-1$ において状態 $S0$ であり、時点 k における状態遷移 $S0 \rightarrow S0$ によって最終的に状態遷移 $S0$ に至った場合に対応する計算値である。

【0091】一方、加算器52には、 $M3$ および $BM1$ が供給される。加算器52は、これらを加算して以下のような $L30$ を算出する。

$$L30 = M3 + BM1 \quad (35)$$

上述したように、 $M3$ は、時点 $k-1$ において状態 $S3$

に至った場合に、経由してきた状態遷移の総和に対応する、圧縮された規格化バスメトリックである。また、B M 1は、時点kにおいて入力される再生信号z [k]に基づいて上述の(27)式に従って計算されるもの、すなわち $\alpha \times z [k] - \beta$ である。従って、式(35)の値は、上述したような圧縮の作用の下に、上述の式(20)中の $m (3, k-1) + \alpha \times z [k] - \beta$ の値を計算したものとなる。すなわち、時点k-1において状態S 3であり、時点kにおける状態遷移S 3→S 0によって最終的に状態遷移S 0に至った場合に対応する計算値である。

【0093】上述のL 00およびL 30は、比較器5 5に供給される。比較器5 5は、L 00およびL 30の値を比較し、小さい方を最新の規格化バスメトリックL 0とすると共に、選択結果に応じて、上述したように選択信号SEL 0の極性を切替える。このような構成は、式(20)において、最小値が選択されることに対応するものである。すなわち、L 00 < L 30の場合(この時は、S 0→S 0が選択される)に、L 00をL 0として出力し、且つ、SEL 0を例えば、'Low'とする。また、L 30 < L 00の場合(この時は、S 3→S 0が選択される)には、L 30をL 0として出力し、且つ、SEL 0を例えば'High'とする。SEL 0は、後述するように、状態S 0に対応するA型バスメモリ24に供給される。

【0094】このように、加算器5 1、5 2および比較器5 5は、上述の式(20)に対応して、S 0→S 0とS 3→S 0の内から、時点kにおける状態遷移として最尤なものを選択する動作を行う。そして、選択結果に応じて、最新の規格化バスメトリックL 0および選択信号SEL 0を出力する。

【0095】また、加算器5 6には、M 0およびBM 1が供給される。加算器5 1は、これらを加算して以下のようなL 1を算出する。

【0096】 $L 1 = M 0 + B M 1$ (36)

上述したように、M 0は、時点k-1において状態S 0に至った場合に、経由してきた状態遷移の総和に対応する圧縮された規格化バスメトリックである。また、B M 1は、時点kにおいて入力される再生信号z [k]に基づいて上述の(27)式に従って計算されるもの、すなわち $\alpha \times z [k] - \beta$ である。従って、式(36)の値は、上述したような圧縮の作用の下に、上述の式(21)の右辺 $m (0, k-1) + \alpha \times z [k] - \beta$ の値を計算したものとなる。すなわち、時点k-1において状態S 0であり、時点kにおける状態遷移S 0→S 1によって最終的に状態遷移S 1に至った場合に対応する計算値である。式(21)が値の選択を行わないことに対応して、加算器5 6の出力がそのまま最新の規格化バスメトリックL 1とされる。

【0097】加算器5 3には、M 2およびBM 2が供給

される。加算器5 3は、これらを加算して以下のようない22を算出する。

【0098】 $L 22 = M 2 + B M 2$ (37)

上述したように、M 2は、時点k-1において状態S 2に至った場合に、経由してきた状態遷移の総和に対応する圧縮された規格化バスメトリックである。また、B M 2は、時点kにおいて入力される再生信号z [k]に基づいて上述の(28)式に従って計算されるもの、すなわち $-z [k]$ である。従って、式(37)の値は、上述したような圧縮の作用の下に、上述の式(22)中の $m (2, k-1) - z [k]$ の値を計算したものとなる。すなわち、時点k-1において状態S 2であり、時点kにおける状態遷移S 2→S 2によって最終的に状態遷移S 2に至った場合に対応する計算値である。

【0099】一方、加算器5 4には、M 1およびB M 3が供給される。加算器5 3は、これらを加算して以下のようない22を算出する。

【0100】 $L 12 = M 1 + B M 3$ (38)

上述したように、M 1は、時点k-1において状態S 1に至った場合に、経由してきた状態遷移の総和に対応する圧縮された規格化バスメトリックである。また、B M 3は、時点kにおいて入力される再生信号z [k]に基づいて上述の(29)式に従って計算されるもの、すなわち $-\alpha \times z [k] - \beta$ である。従って、式(38)の値は、上述したような圧縮の作用の下に、上述の式(22)中の $m (1, k-1) - \alpha \times z [k] - \beta$ の値を計算したものとなる。すなわち、時点k-1において状態S 1であり、時点kにおける状態遷移S 1→S 2によって最終的に状態遷移S 2に至った場合に対応する計算値である。

【0101】上述のL 22およびL 12は、比較器5 7に供給される。比較器5 7は、L 22およびL 12の値を比較し、小さい方を最新の規格化バスメトリックL 2とすると共に、選択結果に応じて、上述したように選択信号SEL 2の極性を切替える。このような構成は、式(22)において、最小値が選択されることに対応するものである。すなわち、L 22 < L 12の場合(この時は、S 2→S 2が選択される)に、L 22をL 2として出力し、且つ、SEL 2を例えば、'Low'とする。また、L 12 < L 22の場合(この時は、S 1→S 2が選択される)には、L 12をL 2として出力し、且つ、SEL 2を例えば'High'とする。SEL 2は、後述するように、状態S 2に対応するA型バスメモリ26に供給される。

【0102】このように、加算器5 3、5 4および比較器5 7は、上述の式(22)に対応して、S 1→S 2とS 2→S 2の内から、時点kにおける状態遷移として最尤なものを選択する。そして、選択結果に応じて、最新の規格化バスメトリックL 2および選択信号SEL 2を出力する。

【0103】また、加算器58には、M2およびBM3が供給される。加算器58は、これらを加算して以下のようなしきを算出する。

【0104】 $L_3 = M_2 + BM_3 \quad (39)$

上述したように、M2は、時点k-1において状態S2に至った場合に、経由してきた状態遷移の総和に対応する圧縮された規格化バスメトリックである。また、BM3は、時点kにおいて入力される再生信号z[k]に基づいて上述の(29)式に従って計算されるもの、すなわち $-\alpha \times z[k] - \beta$ である。従って、式(39)の値は、上述したような圧縮の作用の下に、上述の式(23)の右辺 $m(2, k-1) + \alpha \times z[k] - \beta$ の値を計算したものとなる。すなわち、時点k-1において状態S0であり、時点kにおける状態遷移S2→S3によって最終的に状態遷移S3に至った場合に対応する計算値である。式(23)が値の選択を行わないことに対応して、加算器58の出力がそのまま最新の規格化バスメトリックL3とされる。

【0105】上述したようにして、ACS21が出力するSEL0およびSEL2に従って、バスメモリユニット(以下、PMUと表記する)23が動作することによって、記録データa[k]に対する最尤復号系列としての復号データa'[k]が生成される。PMU23は、図7に示した4個の状態間の状態遷移に対応するために、2個のA型バスメモリおよび2個のB型バスメモリから構成される。

【0106】A型バスメモリは、その状態に至る遷移として2つの遷移(すなわち、自分自身からの遷移と、他の1個の状態からの遷移)を有し、且つ、その状態を起点とする2つの遷移(すなわち、自分自身に至る遷移と他の1個の状態に至る遷移)を有する状態に対応するための構成とされる。従って、A型バスメモリは、図7に示した4個の状態の内、S0およびS2に対応するものである。

【0107】一方、B型バスメモリは、その状態に至る遷移が1つのみであり、且つ、その状態を起点とする遷移が1つのみである状態に対応するための構成とされる。従って、B型バスメモリは、図7に示した4個の状態の内、S1およびS3に対応するものである。

【0108】これら2個のA型バスメモリおよび2個のB型バスメモリが図7に示した状態遷移図に従う動作を行うために、PMU23において、図10に示すような復号データの受渡しがなされるように構成される。すなわち、A型バスメモリ24がS0に対応し、A型バスメモリ26がS2に対応する。また、B型バスメモリ25がS1に対応し、また、B型バスメモリ27がS3に対応する。このように構成すれば、S0を起点として生じ得る状態遷移がS0→S0およびS0→S1であり、S2を起点として生じ得る状態遷移がS2→S2およびS2→S3であることに合致する。また、S1を起点とし

て生じ得る状態遷移がS1→S2のみであり、S3を起点として生じ得る状態遷移がS3→S0のみであることにも合致する。

【0109】A型バスメモリ24について、その詳細な構成を図12に示す。A型バスメモリ24は、バスメモリ長に対応する個数のフリップフロップとセレクタを、交互に接続したものである。図10には、14ビットのデコードデータ長に対応する構成を示した。すなわち、14個のセレクタ $31_1 \sim 31_{14}$ および15個のフリップフロップ $30_0 \sim 30_{14}$ を有するものである。セレクタ $31_1 \sim 31_{14}$ は、何れも2個のデータを取り、その内の1個を選択的に後段に供給するものである。また、フリップフロップ $30_0 \sim 30_{14}$ にクロックが供給されることにより、A型バスメモリ24全体の動作タイミングが合わされる。

【0110】図7を用いて上述したように、状態S0に至る遷移は、S0→S0すなわち自分自身から継承する遷移、およびS3→S0である。このような状況に対応する構成として、各セレクタは、前段のフリップフロップから供給されるデータすなわちS0→S0に対応する復号データと、状態S3に対応するB型バスメモリ27から供給されるデータすなわちS3→S0に対応する復号データPM3とを受取る。さらに、各セレクタは、ACS21からSEL0を供給される。そして、SEL0の極性に応じて、供給される2個の復号データの内的一方を後段のフリップフロップに供給する。また、このようにして後段のフリップフロップに供給される復号データは、状態S1に対応するB型バスメモリ25にもPM0として供給される。

【0111】すなわち、例えばセレクタ 31_{14} は、前段のフリップフロップ 30_{13} から供給されるデータと、B型バスメモリ27から供給される14ビットからなるPM3の14番目のビット位置のデータとを受取る。そして、これら2個のデータの内から以下のようにして選択したデータを、後段のフリップフロップ 30_{14} に供給する。上述したようにSEL0は、選択結果に応じて、「Low」または「High」とされる。SEL0が例えば「Low」の時は、前段のフリップフロップ 30_{13} からのデータが選択されるようになされる。また、SEL0が例えば「High」の時は、PM3の14番目のビット位置のデータが選択されるようになされる。選択されたデータは、後段のフリップフロップ 30_{14} に供給され、また、PM0の14番目のビット位置のデータとして、状態S1に対応するB型バスメモリ25に供給される。

【0112】A型バスメモリ24中の他のセレクタ $31_1 \sim 31_{13}$ においても、SEL0の極性に応じて、同様な動作が行われる。従って、A型バスメモリ24全体としては、SEL0が例えば「Low」の時は、A型バスメモリ24内で、各々のフリップフロップがその前段に位置するフリップフロップのデータを継承するシリアルシフ

トを行う。また、SEL0が例えば'High'の時は、B型バスメモリ27から供給される14ビットからなる復号データPM3を継承するパラレルロードを行う。何れの場合にも、継承される復号データは、B型バスメモリ25に14ビットの復号データPM0として供給される。

【0113】また、最初の処理段となるフリップフロップ32₀には、クロックに同期して常に'0'が入力される。かかる動作は、S0に至る状態遷移S0→S0とS2→S0の何れにおいても、図7に示すように、復号データが'0'なので、最新の復号データは、常に'0'となることに対応している。

【0114】上述したように、S2に対応するA型バスメモリ26についても、構成自体は、A型バスメモリ24と全く同様である。但し、ACS21から入力される選択信号は、SEL2である。また、図6に示すように状態S2に至る遷移としては、S2→S2すなわち自分自身から継承する遷移と、S1→S2がある。このため、状態S1に対応するB型バスメモリ25からPM1を供給される。さらに、状態S2を起点として生じ得る状態がS2すなわち自分自身と、S3であることに対応して、状態S3に対応するB型バスメモリ27にPM2を供給する。

【0115】また、S2に対応するA型バスメモリ26においても、最初の処理段となるフリップフロップには、クロックに同期して常に'0'が入力される。かかる動作は、S2に至る状態遷移S2→S2とS1→S0の何れにおいても、図7に示すように、復号データが'0'なので、最新の復号データは、常に'0'となることに対応している。

【0116】他方、B型バスメモリ25について、その詳細な構成を図13に示す。B型バスメモリ25は、バスメモリ長に対応する個数のフリップフロップを接続したものである。図13には、14ビットのデコードデータ長に対応する構成を示した。すなわち、15個のフリップフロップ32₁～32₁₄を有するものである。フリップフロップ32₁～32₁₄にクロックが供給されることにより、B型バスメモリ25全体の動作タイミングが合わされる。

【0117】各フリップフロップ32₁～32₁₄には、状態S0に対応するA型バスメモリ24から、14ビットの復号データがPM0として供給される。例えば、フリップフロップ32₁には、PM0の1ビット目が供給される。各フリップフロップ32₁～32₁₄は、供給された値を1クロックの間保持する。そして、状態S2に対応するA型バスメモリ26に、14ビットの復号データPM1として出力する。例えば、フリップフロップ32₁は、PM1の2ビット目を出力する。

【0118】B型バスメモリ25中の他のセレクタ32₁～32₁₃においても、同様な動作が行われる。従って、B型バスメモリ25全体としては、A型バスメモリ

24から供給される14ビットからなる復号データPM0を受取り、またA型バスメモリ26に14ビットからなる復号データPM1を供給する。

【0119】また、フリップフロップ32₀には、クロックに同期して常に'1'が入力される。かかる動作は、図7に示したように、最新の状態遷移がS0→S1である場合に復号データが'1'であることに対応している。

【0120】また、上述のように、状態S3に対応するB型バスメモリ27についても、B型バスメモリ25と全く同様な構成とされる。但し、図7に示すように状態S3に至る遷移は、S2→S3なので、状態S2に対応するA型バスメモリ26からPM2を供給される。さらに、状態S3を起点として生じ得る状態がS0であることに対応して、状態S0に対応するA型バスメモリ24にPM3を供給するようになされる。B型バスメモリ27においても、最初の処理段となるフリップフロップには、クロックに同期して常に'1'が入力される。かかる動作は、図7に示したように、最新の状態遷移がS2→S3である場合に復号データが'1'であることに対応している。

【0121】上述したようにして、PMU23中の4個のバスメモリは、各々復号データを生成する。このようにして生成される4個の復号データは、常に正確なビタビ復号動作がなされる場合には、互いに一致することになる。ところで、実際のビタビ復号動作においては、4個の復号データに不一致が生じることも起こり得る。このような不一致は、再生信号に含まれるノイズの影響等により、上述の識別点AおよびBを検出する際に誤差が生じる等の要因により、ビタビ復号動作が不正確なものとなることによって生じる。

【0122】一般に、このような不一致が生じる確率は、再生信号の品質に対応してバスメモリの処理段数を充分に大きく設定することによって減少させることができる。すなわち、再生信号のC/N等の品質が良い場合には、バスメモリの処理段数が比較的小さくても復号データ間の不一致が生じる確率は小さい。これに対して、再生信号の品質が良くない場合には、上述の不一致が生じる確率を小さくするためには、バスメモリの処理段数を大きくする必要がある。再生信号の品質に対してバスメモリの処理段数が比較的小さく、復号データ間の不一致が生じる確率を充分に低くすることができない場合には、4個の復号データから、例えば多数決等の方法によって、より的確なものを選択するような、図示しない構成がPMU23中の4個のバスメモリの後段に設けられる。

【0123】〔4値4状態ビタビ復号方法以外のビタビ復号方法〕上述した4値4状態ビタビ復号方法は、フィルタ部11において用いられる波形等化特性がPR(1, 2, 1)であり、且つ、記録データとしてRLJ(1, 7)符号が採用される場合に用いられる。例え

ば、記録線密度 $0.40\mu m$ 、レーザ波長 $685nm$ 、 $NA=0.55$ の場合には、波形等化特性を $PR(1, 2, 1)$ とし、4値4状態ビタビ復号方法を用いることが最適となる。他方、波形等化特性または記録データを生成するための符号化方法に応じて、他の種類のビタビ復号方法が用いられることがある。

【0124】例えば、波形等化特性が $PR(1, 1)$ であり、且つ、記録データとして $RLL(1, 7)$ 符号が用いられる場合には、3値4状態ビタビ復号方法が用いられる。また、波形等化特性が $PR(1, 3, 3, 1)$ であり、且つ、記録データとして $RLL(1, 7)$ 符号が用いられる場合には、7値6状態ビタビ復号方法が用いられる。このようなビタビ復号方法の内、何れを用いるかを選択するための要素の1つとなる波形等化特性は、再生信号上の符号間干渉に適合する程度が良いものが採用される。従って、上述したように、線記録密度およびMTFを考慮して最適なものとされる。

【0125】また、波形等化特性の理論値からはずれ、および再生信号の振幅変動、非対称歪等によって、識別点の値が理論と異なる場合もある。このような場合を考慮して、ビタビ復号方法を修正して用いることも行われる。例えば4値4状態ビタビ復号方法において、波形等化特性を正確に $PR(1, 2, 1)$ とすることは困難である点を考慮して、後述するように6個の識別点を前提とした6値4状態ビタビ復号方法が用いられることがある。

【0126】この発明は、上述したような光磁気ディスク装置の一例に対して適用できる。すなわち、この発明は、ビタビ復号器の動作によって選択される状態遷移に基づいてリードクロック毎に振幅基準値の更新を行うことによって振幅基準値を再生信号に適応化させ、また、かかる適応化の開始点がリードクロックが再生信号にロックした時点以降となるように制御するものである。

【0127】振幅基準値をビタビ復号器の動作によって選択される状態遷移に基づいて更新するためには、かかる状態遷移に対応する復号データ値の系列としての復号データではなく、状態遷移そのものを表現するデータが必要となる。そこで、以下に説明するこの発明の実施の一形態中のビタビ復号器においては、復号データ値の代わりに状態そのものを表現する状態データ値を用いることによって、選択される状態遷移そのものを表現する状態データを生成するようになされる。このため、上述の光磁気ディスク装置の一例におけるバスメモリユニットPMUの代わりに、後述するようにして状態データ値の系列を生成するステータスマモリユニット（以下、SMUと表記する）が用いられる。

【0128】例えば4値4状態ビタビ復号方法等の4個の状態を有する場合には、かかる4個の状態を2ビットで表現できるので、このような2ビットのデータを状態データ値として用いることができる。そこで、図7中の

S_0, S_1, S_2, S_3 を、それぞれ2ビットの状態データ値、 $00, 01, 11, 10$ を用いて表現することができる。そこで、以下の説明においては、図7中の S_0, S_1, S_2, S_3 をそれぞれ $S_{00}, S_{01}, S_{11}, S_{10}$ と表記することにする。

【0129】また、以下の説明においては、波形等化特性として、上述の $PR(B, 2A, B)$ の代わりに、 $PR(\alpha, \beta, \gamma)$ を前提とする。このような前提は、実際の光磁気ディスク装置等においては、理想通りのパーシャルレスポンス特性を得ることが難しく、波形等化特性が非対称なものとなることが多いことを考慮したものである。

【0130】理想通りのパーシャルレスポンス特性を得ることが難しい原因としては、波形等化器の動作精度の限界、記録時のレーザパワーが過大または過小であることに起因するアシンメトリー（波形の非対称性）および再生信号からA/D変換器によるサンプリングを行う際に用いられるリードクロックの位相誤差等がある。

【0131】上述した4値4状態ビタビ復号方法の場合と同様に考えると、記録時に $RLL(1, 7)$ 符号化等の $RLmin=2$ となる符号化を行い、且つ、再生時のパーシャルレスポンス特性が $PR(\alpha, \beta, \gamma)$ である場合には、6値4状態となることがわかる。すなわち、 $RLmin=2$ という条件によって除かれる2個の状態以外の $2^3 - 2 = 6$ 個の $\{b[j-1], b[j], b[j+1]\}$ の組の各々について、識別点の値すなわちノイズが無い理想的な場合における波形等化後の再生信号値 $c[j+1]$ が異なる値をとる。

【0132】このような6個の識別点の値を $c_{pq,r}$ と表記する。ここで p, q, r は、それぞれ $b[j-1], b[j], b[j+1]$ を表現している。従って、定義通りのブランチメトリックは、以下のようになる。ここで、 $RLmin=2$ であるため、 $c010$ および $c101$ が無いことに注意が必要である。各識別点の値と状態遷移の関係を図14に示す。以下の説明は、図14の状態遷移図に従う6値4状態を前提として行う。

【0133】また、図14中の6個の状態遷移に対応して計算されるブランチメトリックを以下のように表記する。まず、遷移前の状態と遷移後の状態を表記するそれぞれ2ビットの状態データ値を書き並べて4個の数字の列とする。次に、中央寄りの2個の（すなわち2番目と3番目の）数字を1個の数字とすることによって、3個の数字の列として、1リードクロックの間に生じ得るブランチメトリックを表記する。例えば状態遷移 $S11 \rightarrow S10$ に伴うブランチメトリックは、 b_{m110} と表記される。このようにして、図14中の6種類の状態遷移に対応するブランチメトリックを、図15に示すように表記できる。

【0134】さらに、リードクロックに従って動作するA/D変換器によってサンプリングされる実際の再生信

号値 $z[k]$ と各識別点の値のユークリッド距離として定義されるプランチメトリックは、以下のように計算される。

【0135】

$$bm000 = (z[k] - c000)^2 \quad (40)$$

$$bm001 = (z[k] - c001)^2 \quad (41)$$

$$bm011 = (z[k] - c011)^2 \quad (42)$$

$$bm111 = (z[k] - c111)^2 \quad (43)$$

$$bm110 = (z[k] - c110)^2 \quad (44)$$

$$bm100 = (z[k] - c100)^2 \quad (45)$$

プランチメトリックをこのように計算する場合には、各識別点の値がそのまま振幅基準値とされる。2乗計算を

$$m10[k] = m11[k-1] + bm110 \quad (46)$$

$$m11[k] = \min \{ m11[k-1] + bm111, \\ m01[k-1] + bm011 \} \quad (47)$$

$$m01[k] = m00[k-1] + bm001 \quad (48)$$

$$m00[k] = \min \{ m00[k-1] + bm000, \\ m10[k-1] + bm100 \} \quad (49)$$

図16を参照して、この発明の実施の一形態の全体構成について説明する。この発明の実施の一形態は、光磁気ディスク装置に対してこの発明を適用したものである。図1等を参照して上述した光磁気ディスク装置の一例と同様の構成要素には、同一の符号を付した。図示しないサーボ系等については、上述した光磁気ディスク装置の一例と同様である。

【0138】記録系についても上述した光磁気ディスク装置の一例と同様である。但し、LPC4に対し、装置制御部（以下、CPUと表記する）103から供給されるレーザパワーを制御する信号を図示した。CPU103は、記録系および再生系中の構成要素の動作パラメータ等を制御する機能を有するものであり、上述の光磁気ディスク装置の一例においても設けられている。図1においては図示を省略したが、この発明の実施の一形態についての説明を明確なものとするために図16中に図示した。また、かかるCPU103は、再生系内のアンプ8および9に、ゲインを制御する信号を供給する。

【0139】再生系について説明する。光ピックアップ7からA/D変換器12までの構成および動作は、上述の光磁気ディスク装置の一例と同様である。但し、A/D変換器12の出力は、ビタビ復号器130に供給されると共に、シフトレジスタ100にも供給される。また、リードクロックDCKを生成するPLL14についても上述した光磁気ディスク装置の一例と同様である。

【0140】ビタビ復号器130は、A/D変換器12から供給される再生信号値 $z[k]$ に基づいて、後述するようにして最尤な状態遷移を選択し、選択された状態遷移そのものを表現する状態データを生成する。そして、状態データを後述する振幅基準値適応化ブロック（以下、RAAと表記する）101に供給する。また、かかる状態データに基づいて、後述するようにして復号

避ける等の目的で規格化バスメトリックを用いる場合には、規格化バスメトリックに対応するプランチメトリックは、式(40)～(45)に従うものとは異なる。このような場合には、振幅基準値として各識別点の値をそのまま用いることはできないが、この発明を適用することは可能である。

【0136】このようなプランチメトリックの値を用いて、時点 k における状態 S_{ij} のバスメトリック $m_{ij}[k]$ が以下のように計算される。これらの式は、4値4状態ビタビ復号方法における上述の(15)～(18)に相当するものである。

【0137】

$$m10[k] = m11[k-1] + bm110 \quad (46)$$

$$m11[k] = \min \{ m11[k-1] + bm111, \\ m01[k-1] + bm011 \} \quad (47)$$

$$m01[k] = m00[k-1] + bm001 \quad (48)$$

$$m00[k] = \min \{ m00[k-1] + bm000, \\ m10[k-1] + bm100 \} \quad (49)$$

データを生成し、コントローラ2に供給する。

【0141】一方、シフトレジスタ100は、供給される再生信号値 $z[k]$ を所定時間遅延させて、RAA101に供給する。かかる遅延は、ビタビ復号器130によって生成される状態データが再生信号値 $z[k]$ に対して後述するようにnリードクロックの遅延時間を有することを補償するためになされるものである。

【0142】RAA101は、各時点において供給される状態データ値 $s_m[k+n]$ および遅延させられた再生信号値に基づいて、後述するようにして新たな振幅基準値を算出する。そして、新たな振幅基準値をビタビ復号器130中のBMC132に供給する。このようにして、リードクロック毎に振幅基準値が更新されることによって、振幅基準値が適応化される。

【0143】但し、RAA101が適応化動作を行うか否かは、レジスタ102から供給されるAGATE信号によって指令される。後述するように、かかるAGATE信号は、コントローラ2によって生成される再生動作を指令するリードゲート信号を、レジスタ102が所定時間遅延させることによって生成されるものである。

【0144】ビタビ復号器130についてより詳細に説明する。ビタビ復号器130は、BMC132、ACS133、SMU134およびマージブロック135から構成される。そして、これらの各構成要素には、PLL14からリードクロックDCK（以下、クロックと表記する）が供給され、動作タイミングが合わされる。

【0145】BMC132は、再生信号値 $z[k]$ に基づいて、上述の6個の振幅基準値 $c000 \sim c111$ の下で式(40)～(45)に従ってプランチメトリック $bm000 \sim bm111$ の値を計算し、計算したプランチメトリックの値をACS133に供給する。

【0146】ACS133は、供給されるプランチメト

リックの値に基づいて、上述の式(46)～(49)に従ってパスマトリックの値を計算し、計算値を比較することによって最尤な状態遷移を選択する。そして、選択信号SEL00およびSEL11をSMU134に供給する。

【0147】SMU134について説明する。上述した光磁気ディスク装置の一例中のPMU23が1ビットの復号データ値を単位とする処理を行うものに対し、SMU134は、2ビットの状態データ値を単位とする処理を行うものである。かかる処理によって、状態データ値sm[k+n]の系列としての状態データが生成される。

【0148】図17に示すように、SMU134は、2個のA型ステータスメモリ150および151、並びに2個のB型ステータスメモリ152および153を有している。さらにセレクト信号SEL00およびSEL11、クロック、並びに他のステータスメモリとの状態データの受渡し等のための信号線を接続されて構成される。A型ステータスメモリ150と151は、それぞれ、状態S00とS11に対応する。また、B型ステータスメモリ152と153は、それぞれ状態S01とS10に対応する。これら4個のステータスメモリ相互の接続は、図14の状態遷移図に従うものとされる。

【0149】さらに、図18を参照して、状態S00に対応するA型ステータスメモリ150についてより詳細に説明する。A型ステータスメモリ150は、n個の処理段を有する。すなわち、n個のセレクタ201₀～201_{n-1}と、n個のレジスタ202₀～202_{n-1}とが交互に接続されている。各セレクタ201₀～201_{n-1}には、セレクト信号SEL00が供給される。さらに、各セレクタには、上述したように、S10に対応するB型ステータスメモリ153から継承する状態データがnビットからなるSMinとして供給される。また、各レジスタには、上述したように、S01に対応するB型ステータスメモリ152に継承される状態データがn-1個の状態データ値からなるSMoutとして出力される。また、各レジスタ202₀～202_{n-1}には、クロックが供給される。

【0150】各セレクタの動作について説明する。図14に示すように、S00に遷移し得る1クロック前の状態は、S00およびS10の何れかである。1クロック前の状態がS00である時は、自身を継承する遷移がなされることになる。このため、1段目のセレクタ201₀には、シリアルシフトによって生成される状態データ中の最新の状態データ値として、'00'が入力される。また、セレクタ201₀には、パラレルロードとして、B型ステータスメモリ153から供給される状態データ中の最新の状態データ値SMin[1]が供給される。セレクタ201₀は、上述の選択信号SEL00に従つて、これら2個の状態データ値の内の1個を後段のレジ

スタ202₀に供給する。

【0151】また、2段目以降の各セレクタ201₁～201_{n-1}は、パラレルロードとしてS10に対応するB型ステータスメモリ153から供給される1個の状態データ値と、シリアルシフトとして前段のレジスタから供給される1個の状態データ値とを受取る。そして、これら2個の状態データ値の内から、選択信号SEL00に従つて、最尤なものと判断された状態データ値を後段のレジスタに供給する。セレクタ201₀～201_{n-1}が全て同一の選択信号SEL00に従うので、ACS133が選択する最尤な状態データ値の系列としての状態データが継承される。

【0152】さらに、各レジスタ202₀～202_{n-1}は、上述したように供給される状態データ値をクロックに従つて取込むことによって、保持している状態データ値を更新する。また、上述したように、各レジスタの出力は、1クロック後に遷移し得る状態に対応するステータスメモリに供給される。すなわち、S00自身に遷移し得るので、シリアルシフトとして後段のセレクタに供給される。また、パラレルロードとして、S01に対応するB型ステータスメモリ152に供給される。最終段のレジスタ202_{n-1}から、状態データ値VM00が出力される。状態データ値VM00がクロックに従つて出力されることにより、全体として状態データが生成される。

【0153】状態S11に対応するA型ステータスメモリ151は、A型ステータスメモリ150と同様に構成される。但し、図14中の状態遷移S01→S11に対応するパラレルロードとして、S01に対応するB型ステータスメモリ152から状態データを供給される。また、図14中の状態遷移S11→S10に対応するパラレルロードとして、S10に対応するB型ステータスメモリ153に状態データを供給する。

【0154】一方、図19を参照して、状態S01に対応するB型ステータスメモリ152についてより詳細に説明する。B型ステータスメモリは、図14において自身を継承せず、且つ、1クロック後に遷移し得る状態が1個だけである状態に対応するものである。このため、シリアルシフトを行わず、且つ、セレクタが設けられていない。従つて、n個のレジスタ212₀、212₁、…、212_{n-1}が設けられ、各レジスタにクロックが供給されて動作タイミングが合わされる。

【0155】各レジスタ212₀、212₁、…、212_{n-1}には、S00に対応するA型ステータスメモリ150から継承する状態データがn-1個の状態データ値からなるSMinとして供給される。但し、最初の処理段となるレジスタ212₀には、クロックに同期して常に'00'が入力される。かかる動作は、図14に示されるように、S01に遷移し得る最新の状態遷移が常にS00であることに対応している。各レジスタ212₀～

212_{n-1} は、供給される状態データ値をクロックに従って取込むことによって、保持している状態データ値を更新する。また、クロックに従ってなされる各レジスタの出力は、 $n-1$ 個の状態データ値からなる状態データ $SMout$ として、1クロック後に遷移し得る状態 $S1_1$ に対応するA型ステータスマモリ 151 に供給される。最終段のレジスタ 212_{n-1} から、状態データ値 $VM01$ が出力される。状態データ値 $VM01$ がクロックに従って出力されることにより、全体として状態データが生成される。

【0156】状態 $S10$ に対応するB型ステータスマモリ 153 は、B型ステータスマモリ 152 と同様に構成される。但し、図14中の状態遷移 $S11 \rightarrow S10$ に対応するパラレルロードとして、 $S11$ に対応するA型ステータスマモリ 151 から状態データを供給される。また、図14中の状態遷移 $S10 \rightarrow S00$ に対応するパラレルロードとして、 $S00$ に対応するA型ステータスマモリ 150 に状態データを供給する。また、最初の処理段となるレジスタには、クロックに同期して、常に'11'が入力される。かかる動作は、図14に示すように、 $S10$ に遷移し得る1クロック前の状態が $S11$ であることに対応するものである。

【0157】ところで、ビタビ復号方法においては、各ステータスマモリが生成する状態データ値 $VM00$, $VM11$, $VM01$ および $VM10$ は、ステータスマモリのメモリ長 n を充分大きくとれば互いに一致する。このような場合には、4個のステータスマモリが生成する状態データ値の内の何れを $sm[k+n]$ として後段に出力しても良い。メモリ長 n は、再生信号のC/Nおよび周波数特性等を考慮して決められる。

【0158】次に、マージブロック 135 について説明する。マージブロック 135 は、ROM等の手段に図20に示す復号マトリクスのテーブルを記憶している。そして、かかる復号マトリクスを参照して、状態データに基づく復号データを生成し、コントローラ2に供給す

$$c011(\text{新}) = \delta \times z[k] + (1 - \delta) \times c011(\text{旧}) \quad (50)$$

ここで、 $c011(\text{新})$ が新たな値である。また、 $c011(\text{旧})$ が更新前の値である。

【0163】図14に基づいて一般の場合について考慮すれば、 $sm[k+n] = p q$ 、および $sm[k+n-1] = pqr$

$$c011(\text{新}) = \delta \times z[k] + (1 - \delta) \times c011(\text{旧}) \quad (51)$$

ここで、 $c011(\text{新})$ が新たな値である。また、 $c011(\text{旧})$ が更新前の値である。

【0165】ここで、 δ は、修正係数である。 δ の値を設定するに際しては、再生信号の振幅およびその変動、アシンメトリー等の歪み、波形等化器の動作における誤差等の記録系および再生系の比較的継続的な特性、並びに記録媒体上の欠陥等に起因するイレギュラーな特性を考慮する必要がある。

【0166】すなわち、 δ の値が大きい程、式(51)

る。図14の状態遷移図から、復号データ値は、連続する2個の状態データ値に対応していることがわかる。すなわち、再生信号値 $z[k]$ に対応して生成される状態データ値 $sm[k+n]$ と、その1クロック前に、再生信号値 $z[k-1]$ に対応して生成される状態データ値 $sm[k+n-1]$ に基づいて、時点 $k+n$ における復号データ値を決めることができる。

【0159】例えば、 $sm[k+n]$ が'01'で、 $sm[k+n-1]$ が'00'である場合には、図14から、復号データ値として'1'が対応することがわかる。このような対応をまとめたものが図20の復号マトリクスのテーブルである。

【0160】上述したように、 $SMU134$ によって生成される状態データに基づいて、RAA101が振幅基準値を更新するための計算をクロック毎に行う。このような計算について説明する。再生信号値 $z[k]$ に対応して生成される状態データ値 $sm[k+n]$ と、その1クロック前に生成された状態データ値 $sm[k+n-1]$ とから、図14に従って、これら2個の状態データ値間に生じた状態遷移およびかかる状態遷移に対応する振幅基準値を特定することができる。このようにして特定された振幅基準値のその時点での値と、再生信号値 $z[k]$ とから、新たな振幅基準値を計算する。

【0161】このような振幅基準値の計算について、 $sm[k+n] = 01$ 、および $sm[k+n-1] = 11$ である場合を例として具体的に説明する。この場合には、図14から状態遷移 $S01 \rightarrow S11$ が生じることがわかる。また、かかる状態遷移に対応する振幅基準値が $c011$ であることも図14からわかる。従って、RAA101は、振幅基準値 $c011$ を更新する計算を行う。この計算には、更新前の（すなわち $sm[k+n] = '01'$ が生成された時点での） $c011$ と、再生信号値 $z[k]$ とに基づいて以下のようになされる。

【0162】

$$c011(\text{新}) = \delta \times z[k] + (1 - \delta) \times c011(\text{旧}) \quad (50)$$

1) = qr である場合 c_pqr の新たな値の計算が以下のようになされる。

【0164】

$$c011(\text{新}) = \delta \times z[k] + (1 - \delta) \times c011(\text{旧}) \quad (51)$$

に従ってなされる更新によって、振幅基準値が再生信号の再生信号の振幅変動、アシンメトリー、波形等化器の動作における誤差等をより強く反映するものとなる。反面、振幅基準値が記録媒体上の欠陥等に起因するイレギュラーな信号によっても影響され易い。一方、 δ の値を小さくすると、振幅基準値がイレギュラーな信号に影響される程度を小さくすることができるが、反面、振幅基準値の再生信号に対する追従が緩やかなものとなるため、式(51)に従ってなされる更新による適応化の効

果が遅延する。

【0167】上述したような振幅基準値の更新を行うRAA101について図21を参照して説明する。RAA101は、6個の振幅基準値c000, c001, c011, c100, c110, c111にそれぞれ対応する6個のレジスタ161, 162, 163, 164, 165および166を有している。また、各レジスタの後段には、それぞれ出力の可否を制御する出力ゲート171, 172, 173, 174, 175および176が設けられている。記載が煩雑となるのを避けるため、図21中には図示を省略したが、6個のレジスタ161～166および後述するレジスタ180には、クロックが供給される。

【0168】各レジスタの記憶値は、クロックに従ってBMC132および後段の各出力ゲートに出力される。BMC132は、このようにして出力される各レジスタの最新の記憶値を、振幅基準値として用いるようになされる。

【0169】一方、各レジスタおよびその後段の各出力ゲートには、後述するように、セレクタ181からイネーブル信号が供給される。例えばレジスタ161とその後段の出力ゲート171には、イネーブル信号T000が供給される。このイネーブル信号T000がアクティブとされる時に、出力ゲート171がレジスタ160の記憶値を後段に出力し、且つ、レジスタ161が加算器183の出力を取込むようになされる。

【0170】同様に、レジスタ162と出力ゲート172、レジスタ163と出力ゲート173、レジスタ164と出力ゲート174、レジスタ165と出力ゲート175およびレジスタ166と出力ゲート176は、それぞれイネーブル信号T001, T001, T011, T110およびT111を供給され、供給される各イネーブル信号に従う動作を行う。

【0171】イネーブル信号に従って供給されるレジスタ161～166の内の1個の記憶値が乗算器182に供給される。乗算器182は、供給される記憶値に $(1-\delta)$ を乗じる計算を行い、計算値を加算器183に供給する。

【0172】一方、上述のシフトレジスタ100によって遅延時間を補償された再生信号値が乗算器184に供給される。乗算器184は、供給される記憶値に δ を乗じる計算を行い、計算値を加算器183に供給する。また、乗算器182および184には、レジスタ102からAGATE信号が供給される。後述するように、乗算器182および184が動作する際の δ の値は、このAGATE信号によって制御される。

【0173】加算器183は、乗算器182と乗算器184から供給される計算値を加算する。そして計算結果を6個のレジスタ161～166に出力する。上述したように、6個のレジスタ161～166は、イネーブル

信号T000～T111に従ってかかる計算結果を取込む。後述するように、どの時点においても、イネーブル信号T000～T111の内の1個だけがアクティブとされて取込みを指令するので、何れか1個のレジスタだけが計算結果を取込むことになる。

【0174】上述の6個のイネーブル信号T000～T111は、セレクタ181によって生成される。セレクタ181には、SMU134から状態データ値sm[k+n]が供給される。また、SMU134の出力を1クロック遅延させるレジスタ180が設けられ、かかるレジスタ180によって、セレクタ181に状態データ値sm[k+n-1]が供給される。セレクタ181は、かかる2個の状態データ値に基づいて、ROM等の手段に記憶されている図22に示すようなマトリックスを参照して、6個のイネーブル信号T000～T111の内の1個をアクティブとする。

【0175】以上のようなRAA101によって、上述の式(51)に従う振幅基準値の更新が実現される。このような更新について、マージブロック135の動作についての上述の説明と同様に、状態データ値がsm[k+n]=01、且つ、sm[k+n-1]=11である場合を例として具体的に説明する。すなわち、上述の式(50)に従う振幅基準値c011の更新について説明する。

【0176】図22から、かかる場合には、イネーブル信号T011がアクティブとされることがわかる。このため、レジスタ161に取込みが指令され、また、出力ゲート171に出力が指令される。従って、更新前のc011の値すなわちその時点におけるレジスタ163の記憶値が乗算器182に供給される。乗算器182が供給される値に $(1-\delta)$ を乗ずることにより、式(50)中の $(1-\delta) \times c011$ が計算されることになる。

【0177】一方、シフトレジスタ100によってなされる遅延により、SMU134の動作による遅延時間で補償された再生信号値z[k]が乗算器184に供給される。乗算器184が供給される値に δ を乗ずることにより、式(50)中の $\delta \times z[k]$ が計算されることになる。

【0178】そして、乗算器182によって計算される $(1-\delta) \times c011$ の値と、乗算器184によって計算される $\delta \times z[k]$ の値とが加算器183によって加算されることにより、c011の新たな値すなわち式()の右辺の値が計算されることになる。このc011の新たな値がレジスタ161～166に供給される。ところで、上述したように、イネーブル信号T011のみがアクティブとされることによってレジスタ163のみに取込みが指令されているので、レジスタ163のみにc011の新たな値が取込まれる。このようにしてc011の値すなわちレジスタ163の記憶値が更新され

る。

【0179】 $s_m[k+n]$ および $s_m[k+n-1]$ が他の値をとる場合にも、図22に従ってアクティブとされるイネーブル信号が選択されることによって、新たな値の取込みを行うレジスタと、かかるレジスタのその時点での（すなわち更新前の）記憶値を出力する出力ゲートが選択されることにより、同様な動作が行われる。

【0180】上述したような RAA101 の動作によって、位相誤差が無い場合、すなわち再生信号とクロックの位相が合っている場合には、振幅基準値を式(51)に従って正しく更新することができる。

【0181】これに対して、PLLしがロックする以前には、クロックの位相および発振周波数は、再生データの位相および発振周波数とはずれている。このため、PLLしがロックする以前に A/D 変換器 12 によってサンプリングされるサンプリング値は、再生信号中の何れの位相位置の値であるか正しく特定することができない。このようなサンプリング値を上述したような振幅基準値の更新に用いると、振幅基準値が再生信号の特性を反映しない値に適応化されるおそれがある。

【0182】そこで、振幅基準値の適応化を PLLしがロックした時点以降に開始するように制御する必要がある。以下このような制御について説明する。図16を参照して上述した全体構成において、CPU103 によって予めレジスタ 102 に所定値を設定する。そして、リードゲートがアクティブとされる時点から、かかる所定値によって指示される時間分遅延した時点を振幅基準値の適応化動作の開始時点とする。このようにして設定される開始時点において、上述した AGATE 信号がアクティブとされる。

【0183】開始時点の設定に用いられる遅延時間は、PLLのロックが完了するまでの所要時間に、ある程度の余裕分を加えることによって設定される。また、PLLのロックが完了するまでの所要時間は、実験データおよびシミュレーションの結果等に基づいて決められる。

【0184】具体的には、図21を参照して上述したように、RAA101 中の乗算器 182 および 184 において、AGATE 信号がアクティブでない時には δ の値が 0 とされ、AGATE 信号がアクティブとされる時点以降に、 δ の値が予め設定された値とされる等の制御が行われる。上述の式(51)において、 $\delta = 0$ ならば常に $c_{pq}r$ (新) = $c_{pq}r$ (旧) となる。このようにして、AGATE 信号がアクティブでない時に振幅基準値の更新が行われないようにすることができる。

【0185】また、AGATE 信号がアクティブでない時には RAA101 から BMC132 に対して 6 個の振幅基準値 c_{000} ~ c_{111} の供給を行わず、AGATE 信号がアクティブとされる時点以降において、かかる供給を行うようにしても良い。

【0186】さらに、このようにして適応化が開始され

る時点での振幅基準値の初期値としては、例えば、

(a) 予め設定される所定値、または、(b) 前セクタの再生が終了した時点での振幅基準値、等を用いるようになされる。(b) の設定方法は、前セクタの再生が行われる期間に行われた適応化の結果を活用するための設定である。または、セクタ毎の信号品質の差異または復号エラーレート等に応じて、再生動作中に初期値の設定方法を切替えるようにしても良い。初期値の設定方法は、セクタ毎の信号品質の差異等を考慮して選択すれば良い。

【0187】ところで、光磁気ディスク 6 上のディフェクト等に起因するイレギュラーな信号には様々な種類があるので、どの程度イレギュラーな信号に対して、振幅基準値が追従するようにするかを一意的に決めるのは難しいという問題がある。

【0188】そこで、所定のスレッショルドを予め設定し、上述したような適応化の結果としてかかるスレッショルドを越える値が算出された時に以下の処理を行うようになされることが多い。このような時には、イレギュラーな信号に対する追従がなされたとの判断の下に、算出された値を採用せず、振幅基準値として初期値を設定する。このような処理によって初期値とされた振幅基準値は、適応化がなされていないので、最適な値ではないが、イレギュラーな信号に対する追従によって算出される異常な値に比べれば、より妥当なものである。

【0189】ところで、上述したように、4 個のステータスマモリのメモリ長が大きい程、状態データ値 VM00, VM11, VM01 および VM10 が一致する確率を大きくすることができるが、反面、SMU の動作によって生じる遅延時間が増大する等の問題も生じるため、ステータスマモリのメモリ長をあまり大きく設定することは現実的でない。このため、例えば再生系の動作条件が適当でない等の原因で再生 RF 信号の信号品質が低下する場合には、4 個の状態データ値 VM00, VM11, VM01 および VM10 が互いに不一致となることがある。このような場合に備えて、状態データ値間の不一致が生じた時に最も的確な状態データ値を選択する構成が設けられることがある。

【0190】かかる構成は、4 個のステータスマモリの後段となる位置に設けることができる。例えば SMU134 内の 4 個のステータスマモリの後段に設けるようにしても良いし、また、状態データに基づいて復号データを生成するマージブロック 135 内等に設けるようにしても良い。

【0191】再生信号の信号品質が充分良好なためにかかる構成を設ける必要がない場合、およびかかる構成が SMU134 内に設けられる場合には、図16 に示したように、RAA101 には、SMU134 の出力としての状態データ値が供給される。一方、以下に説明するように、かかる構成がマージブロック 135 内に設けられ

る場合には、最も的確な状態データ値として選択された値がRAA101に供給されるようになされる。

【0192】かかる構成を有するマージブロック135の一例について、図23を参照して説明する。この場合には、マージブロック135は、VM00, VM11, VM01およびVM10からの的確なものを選択する状態選択回路250、状態選択回路250の出力を1クロック遅延させるレジスタ251、復号マトリクス部252、および状態データ値VM00, VM11, VM01およびVM10の不一致を検出する不一致検出回路253を有している。

【0193】状態選択回路250は、クロック毎にACS133から供給される2ビットの信号MSを参照して、VM00, VM11, VM01およびVM10の内から最も的確なものを選択し、選択される状態データ値をVMとして出力する。かかる信号MSは、各時点において、S00, S11, S01およびS10の内のどの状態に至る場合のパスメトリックの値が最小となるかを示す2ビットの信号である。信号MSは、例えばACS135等によって生成するようになされる。このようにして、最も正しい状態データ値が選択される確率を高くすることができる。

【0194】上述したようにして選択されるVMは、レジスタ251および復号マトリクス部252に供給される。レジスタ251は、供給されるVMを1クロック遅延させて復号マトリクス部252に供給する。以下の説明においては、レジスタ251の出力をVMDと表記する。従って、復号マトリクス部252には、状態データ値VMおよびその1クロック前の状態データ値VMDが供給される。復号マトリクス部252は、図20に示した復号マトリクスのテーブルをROM等の手段に記憶しており、かかる復号マトリクスのテーブルを参照して、VMDおよびVMに基づいて復号データ値を出力する。

【0195】一方、不一致検出回路253は、例えば排他的論理回路を用いて構成することができる。不一致検出回路253には、VM00, VM11, VM01およびVM10が供給され、これら4個の状態データ値の間の不一致が検出される。検出結果が不一致検出信号NMとして出力される。不一致検出信号NMは、4個の状態データ値が全て一致する場合以外は、イネーブルまたはアクティブとされる。かかる不一致検出信号は、復号データおよび再生信号の品質の評価に用いることができる。すなわち、不一致検出信号に基づいて、復号データからユーザデータ等を復号化する復号化手段、または再生系の動作条件等を制御するようにすることができる。不一致検出回路253は、4個の状態データ値を供給されることが可能な位置であれば、何処に設けても良く、必ずしもマージブロック135内に設けなくても良い。

【0196】以上のようなマージブロック135の構成は、再生信号の信号品質があまり良好でないこと等に起

因して状態データ値間に不一致が生じる場合に備えるためのものである。従って、再生信号の信号品質が良好なため、状態データ値間の不一致が生じる確率が充分小さく、状態データ値間の不一致に対応する必要が無い場合には、マージブロック135は、レジスタ251および復号マトリクス部252を有するものであれば良い。

【0197】マージブロック135が状態選択回路250を有するものである場合には、状態選択回路250の出力VMを各時点における状態データ値sm [k+n]としてRAA101に供給するようになされる。

【0198】上述したこの発明の実施の一形態は、6値4状態ビタビ復号方法を行う光磁気ディスク装置にこの発明を適用したものである。これに対し、上述したような4値4状態ビタビ復号方法、3値4状態ビタビ復号方法、および7値6状態ビタビ復号方法等の他の種類のビタビ復号方法を行う光磁気ディスク装置にも、この発明を適用することができる。

【0199】また、この発明は、記録媒体に記録されたデータから再生される再生信号から、リードデータを復号するためにビタビ復号方法を用いることができる情報再生装置に適用することができる。すなわち、光磁気ディスク(MO)以外にも、例えば相変化型ディスクPD、CD-E(CD-Erasable)等の書き換え可能ディスク、CD-R等の追記型ディスク、CD-ROM等の読み出し専用ディスク等の光ディスク装置に適用することが可能である。

【0200】また、この発明は、この実施例に限定されることなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の応用および変形を考えられる。

【0201】

【発明の効果】上述したように、この発明は、ビタビ復号方法においてプランチメトリックの値を計算する際に参照される振幅基準値を、再生信号値に基づいてクロック毎に更新することによって、振幅基準値を再生信号の特性に追従して適応化する場合に、適応化開始時点がPLLしがロックした時点以後となるように制御するものである。

【0202】従って、PLLしがロックする以前において、A/D変換器によって誤ったサンプリングがなされることに起因して誤った状態データが生成されても、かかる誤った状態データに基づく誤った適応化が行われることが防止できる。このため、例えばアシンメトリーまたはDC成分の影響等による再生信号の特性を正確に反映する適応化を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】4値4状態ビタビ復号方法を行う光磁気ディスク装置の一例の全体構成を示すブロック図である。

【図2】マーク位置記録方法およびマークエッジ記録方法について説明するための略線図である。

【図3】光磁気ディスクのセクタフォーマットの一例に

について説明するための略線図である。

【図4】RLL(1,7)符号化方法において、最小磁化反転幅が2であることを示す略線図である。

【図5】RLL(1,7)符号とマークエッジ記録方法の組合せによって記録されたデータから再生される再生信号を、パーシャルレスポンス特性PR(1,2,1)の下で波形等化した時のアイ・パターンについて説明するための略線図である。

【図6】4値4状態ビタビ復号方法の状態遷移図を作成する過程について説明するための略線図である。

【図7】4値4状態ビタビ復号方法の状態遷移図の一例を示す略線図である。

【図8】4値4状態ビタビ復号方法におけるトレリス線図の一例を示す略線図である。

【図9】4値4状態ビタビ復号方法において、規格化マトリックに基づく状態遷移の条件を示す略線図である。

【図10】4値4状態ビタビ復号を行うビタビ復号器の全体構成を示すブロック図である。

【図11】図10に示したビタビ復号器の一部分の構成を詳細に示すブロック図である。

【図12】図10に示したビタビ復号器の他の一部分の構成を詳細に示すブロック図である。

【図13】図10に示したビタビ復号器のさらに他の一部分の構成を詳細に示すブロック図である。

【図14】6値4状態ビタビ復号方法の状態遷移図の一例を示す略線図である。

【図15】プランチメトリックの表記方法について説明するための略線図である。

【図16】この発明の実施の一形態の全体構成を示すブロック図である。

【図17】この発明の実施の一形態に用いられるステー

タスマモリユニット(SMU)の構成の一例を示すブロック図である。

【図18】図17に示したSMUの一部の構成について説明するためのブロック図である。

【図19】図17に示したSMUの他の一部の構成について説明するためのブロック図である。

【図20】この発明の実施の一形態中のマージブロックにおいて参照されるマトリクスのテーブルの一例を示す略線図である。

【図21】この発明の実施の一形態に用いられる振幅基準値適応化ブロック(RAA)の構成の一例について説明するためのブロック図である。

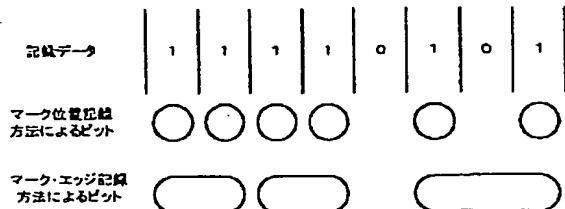
【図22】この発明の実施の一形態中のRAAにおいて参照されるマトリクスのテーブルの一例を示す略線図である。

【図23】この発明の実施の一形態中に用いることが可能なマージブロックの構成の一例について説明するためのブロック図である。

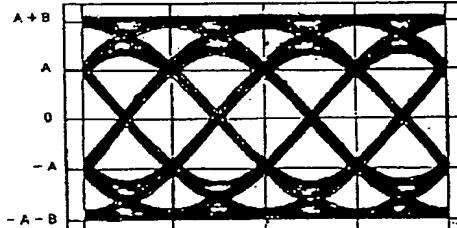
【符号の説明】

2…コントローラ、12…A/D変換器、130…ビタビ復号器、132…プランチメトリック計算回路(BMC)、133…加算、比較、選択回路(ACS)、134…ステータスマモリユニット(SMU)、135…マージブロック、100…シフトレジスタ、101…振幅基準値適応化ブロック(RAA)、102…レジスタ、103…装置制御部(CPU)、161～166…レジスタ、171～176…出力ゲート、180…レジスタ、181…セレクタ、182…乗算器、183…加算器、184…乗算器

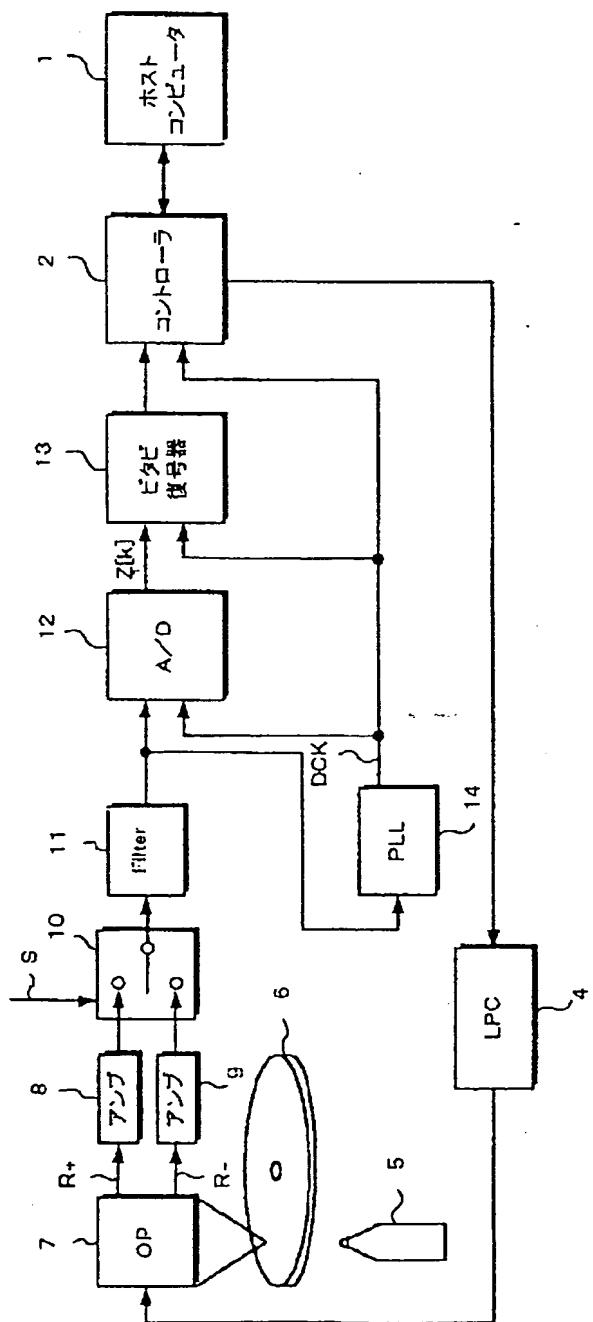
【図2】



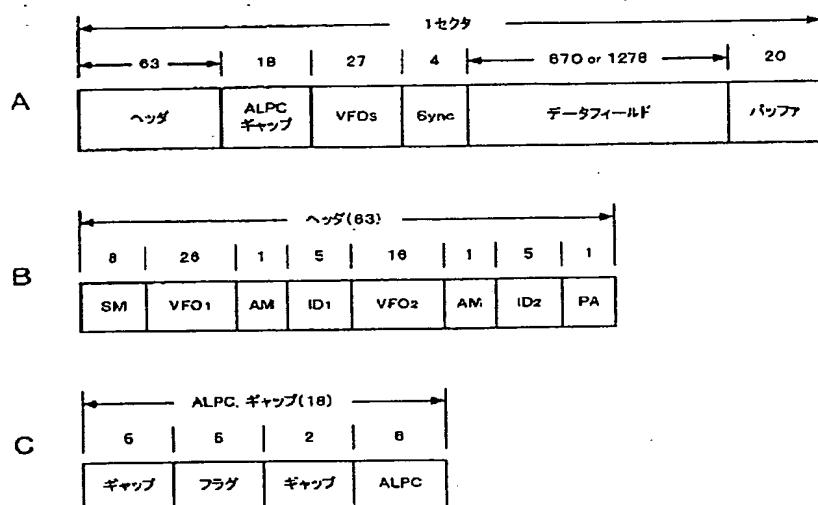
【図5】



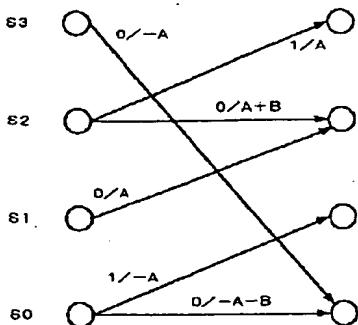
【図1】



【図3】



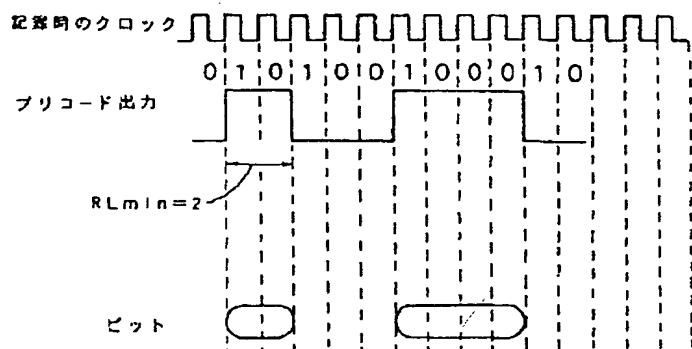
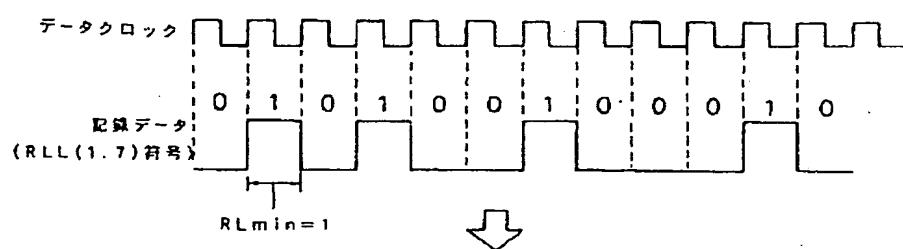
【図8】



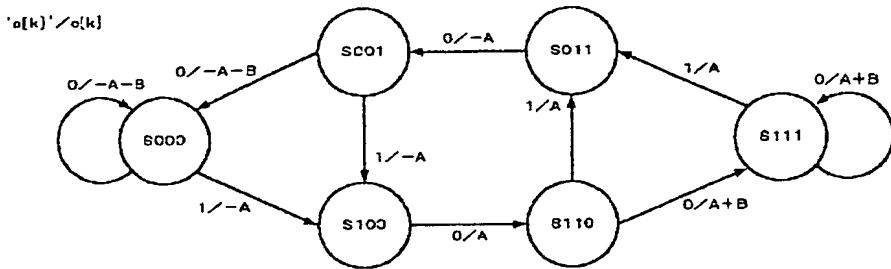
【図20】

$cm[k+n-1]$	$cm[k+n]$	復号データ値
0 0	0 0 0 1	0 1
0 1	1 1	0
1 1	1 1 1 0	0 1
1 0	0 0	0

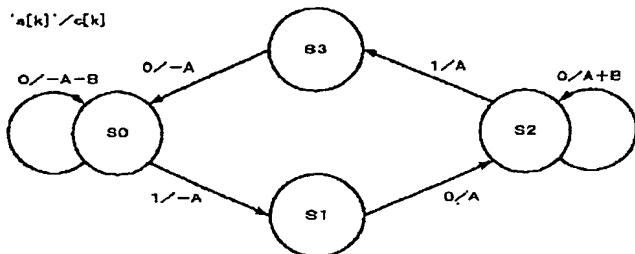
【図4】



【図6】

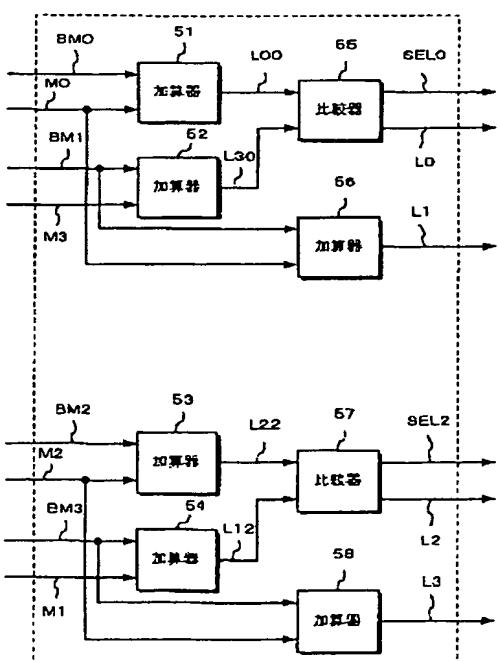


【図7】



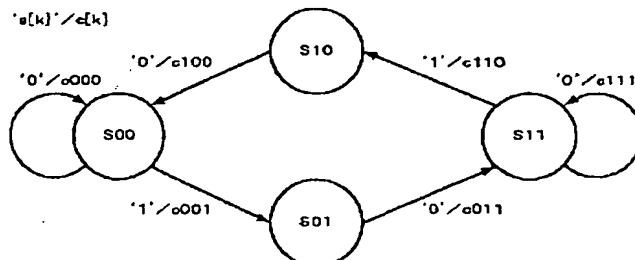
【図11】

21

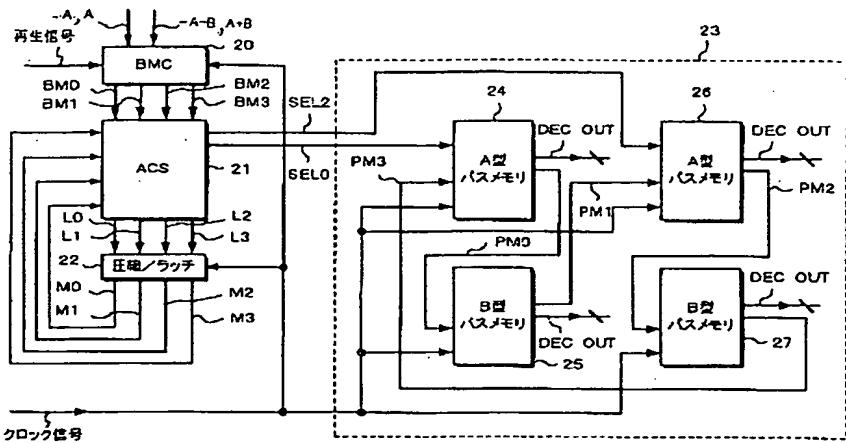


s_3	s_2	$m(0, k-1) + z[k] < m(3, k-1) + \alpha \times z[k] - \beta$ $\& \& m(2, k-1) - z[k] < m(1, k-1) - \alpha \times z[k] - \beta$
s_1	s_0	$m(0, k) = m(0, k-1) + z[k]$ $m(1, k) = m(0, k-1) + \alpha \times z[k] - \beta$ $m(2, k) = m(2, k-1) - z[k]$ $m(3, k) = m(2, k-1) - \alpha \times z[k] - \beta$
s_3	s_2	$m(0, k-1) + z[k] \geq m(3, k-1) + \alpha \times z[k] - \beta$ $\& \& m(2, k-1) - z[k] < m(1, k-1) - \alpha \times z[k] - \beta$
s_1	s_0	$m(0, k) = m(3, k-1) + \alpha \times z[k] - \beta$ $m(1, k) = m(0, k-1) + \alpha \times z[k] - \beta$ $m(2, k) = m(2, k-1) - z[k]$ $m(3, k) = m(2, k-1) - \alpha \times z[k] - \beta$
s_3	s_2	$m(0, k-1) + z[k] < m(3, k-1) + \alpha \times z[k] - \beta$ $\& \& m(2, k-1) - z[k] \geq m(1, k-1) - \alpha \times z[k] - \beta$
s_1	s_0	$m(0, k) = m(0, k-1) + z[k]$ $m(1, k) = m(0, k-1) + \alpha \times z[k] - \beta$ $m(2, k) = m(1, k-1) - \alpha \times z[k] - \beta$ $m(3, k) = m(2, k-1) - \alpha \times z[k] - \beta$
s_3	s_2	$m(0, k-1) + z[k] \geq m(3, k-1) + \alpha \times z[k] - \beta$ $\& \& m(2, k-1) - z[k] \geq m(1, k-1) - \alpha \times z[k] - \beta$
s_1	s_0	$m(0, k) = m(3, k-1) + \alpha \times z[k] - \beta$ $m(1, k) = m(0, k-1) + \alpha \times z[k] - \beta$ $m(2, k) = m(1, k-1) - \alpha \times z[k] - \beta$ $m(3, k) = m(2, k-1) - \alpha \times z[k] - \beta$

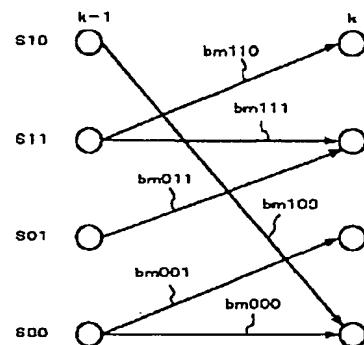
【図14】



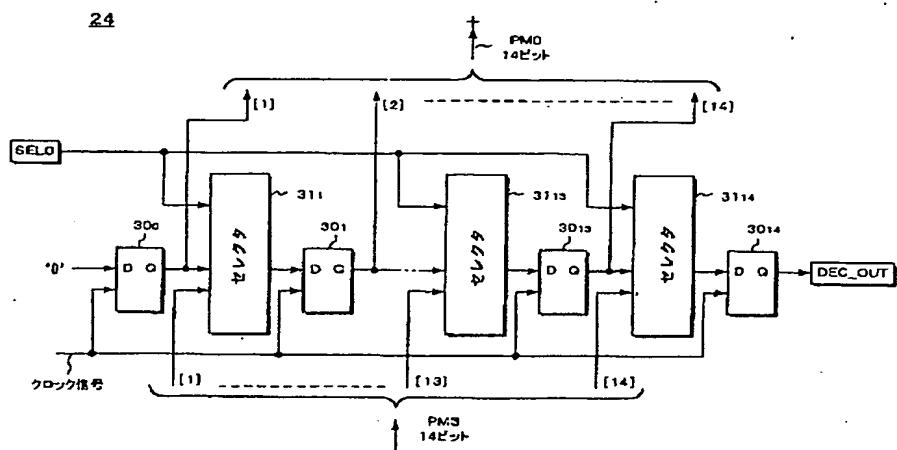
【図10】



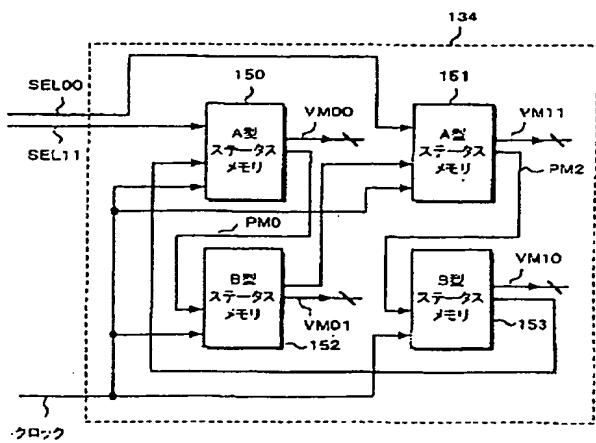
【図15】



【図12】



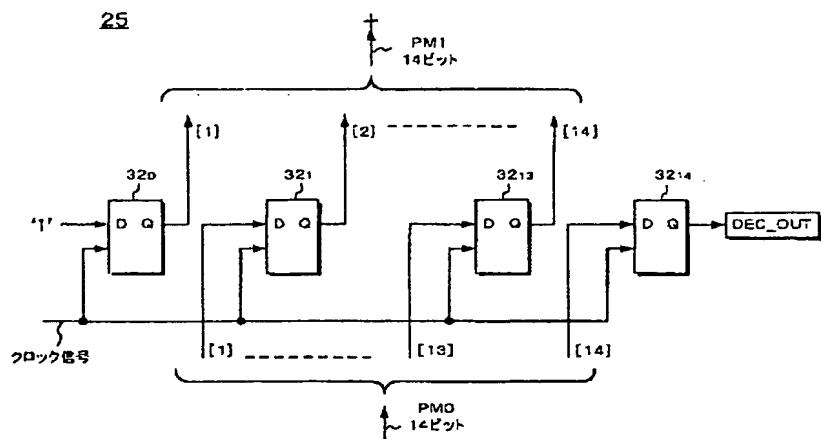
【図17】



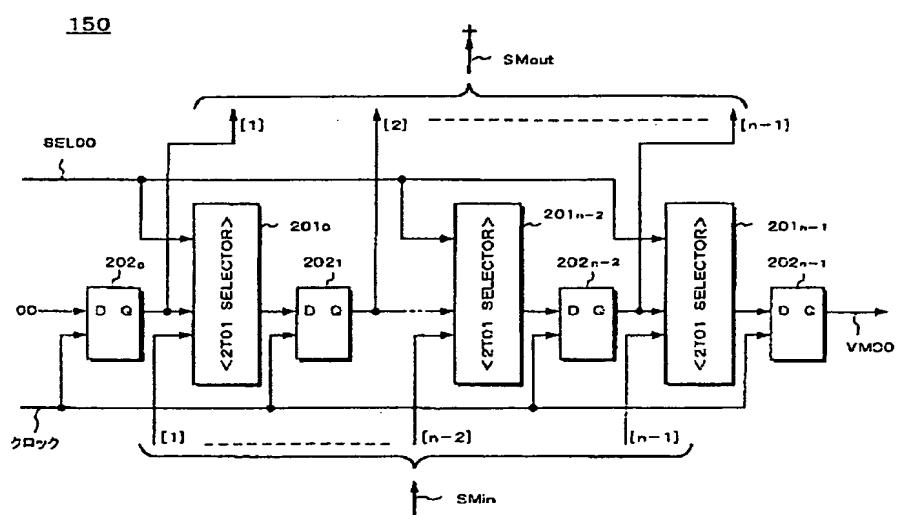
【図22】

$s_n[k+n-1]$	$s_n[k+n]$	アクティブとされるイードブル信号
00	00	T000
	01	T001
01	11	T011
	11	T111
11	10	T110
	00	T100

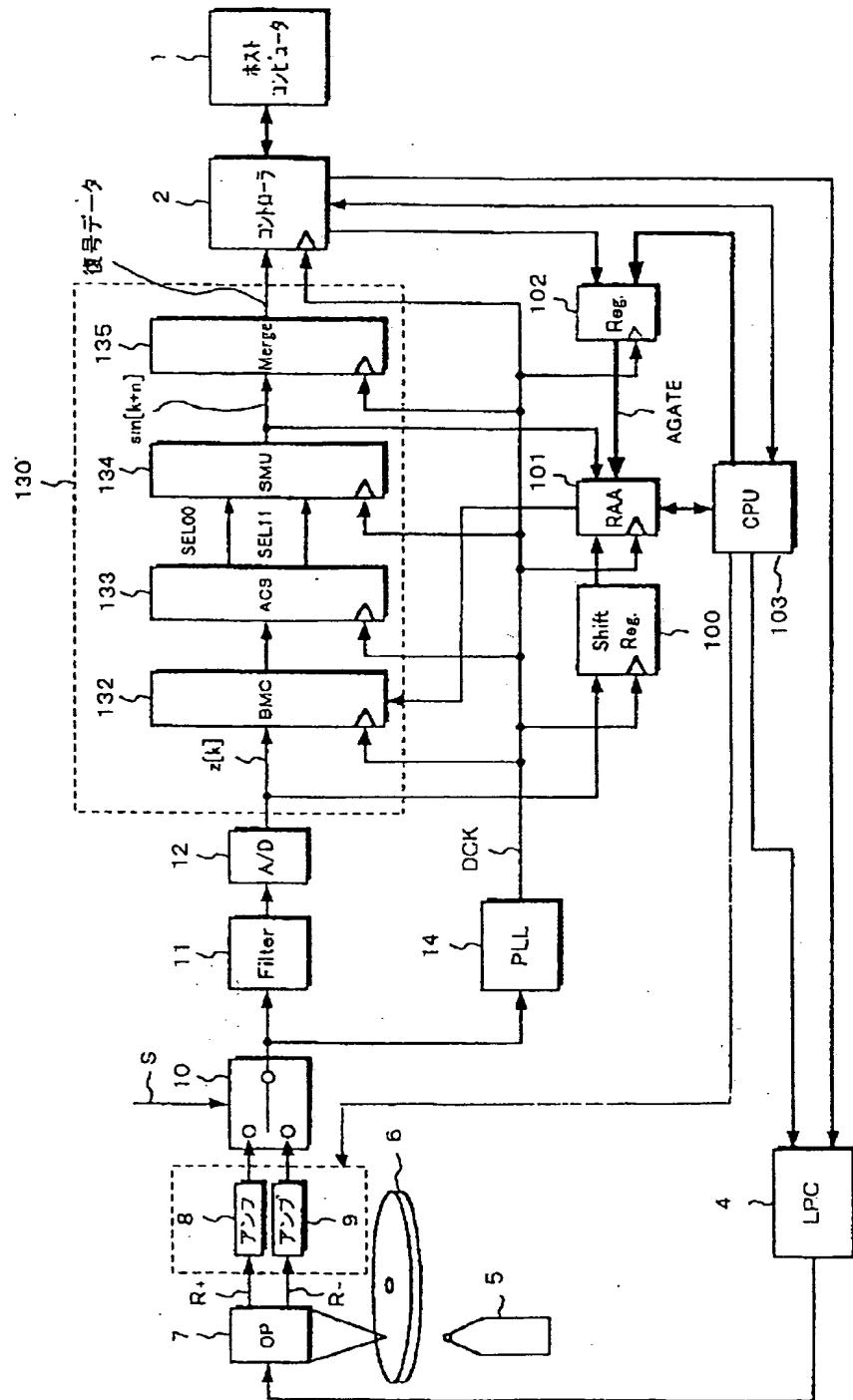
【図13】



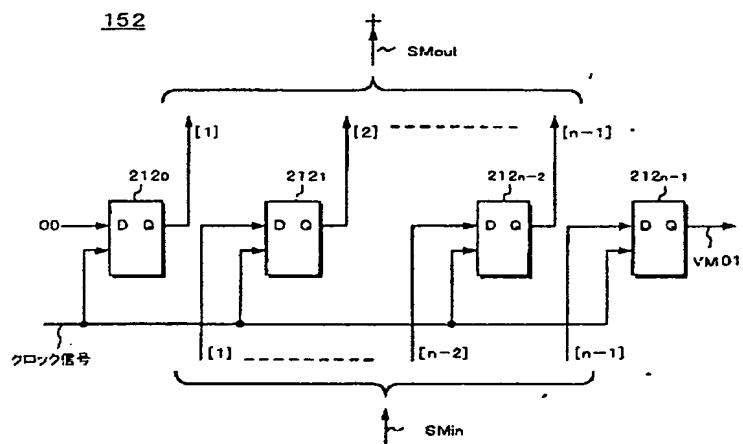
【図18】



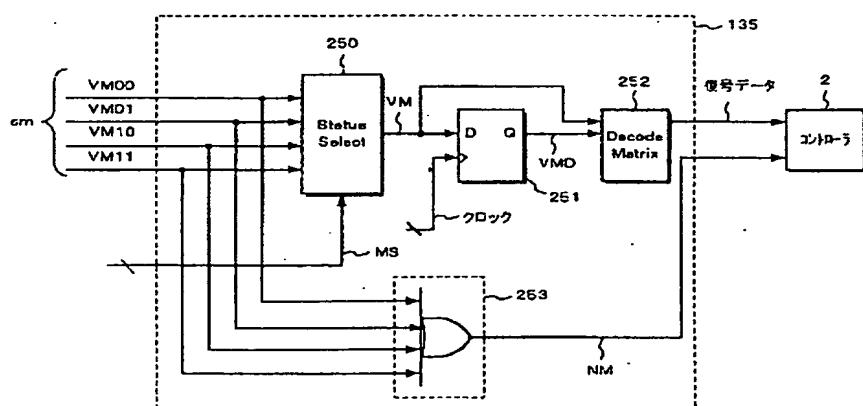
【图16】



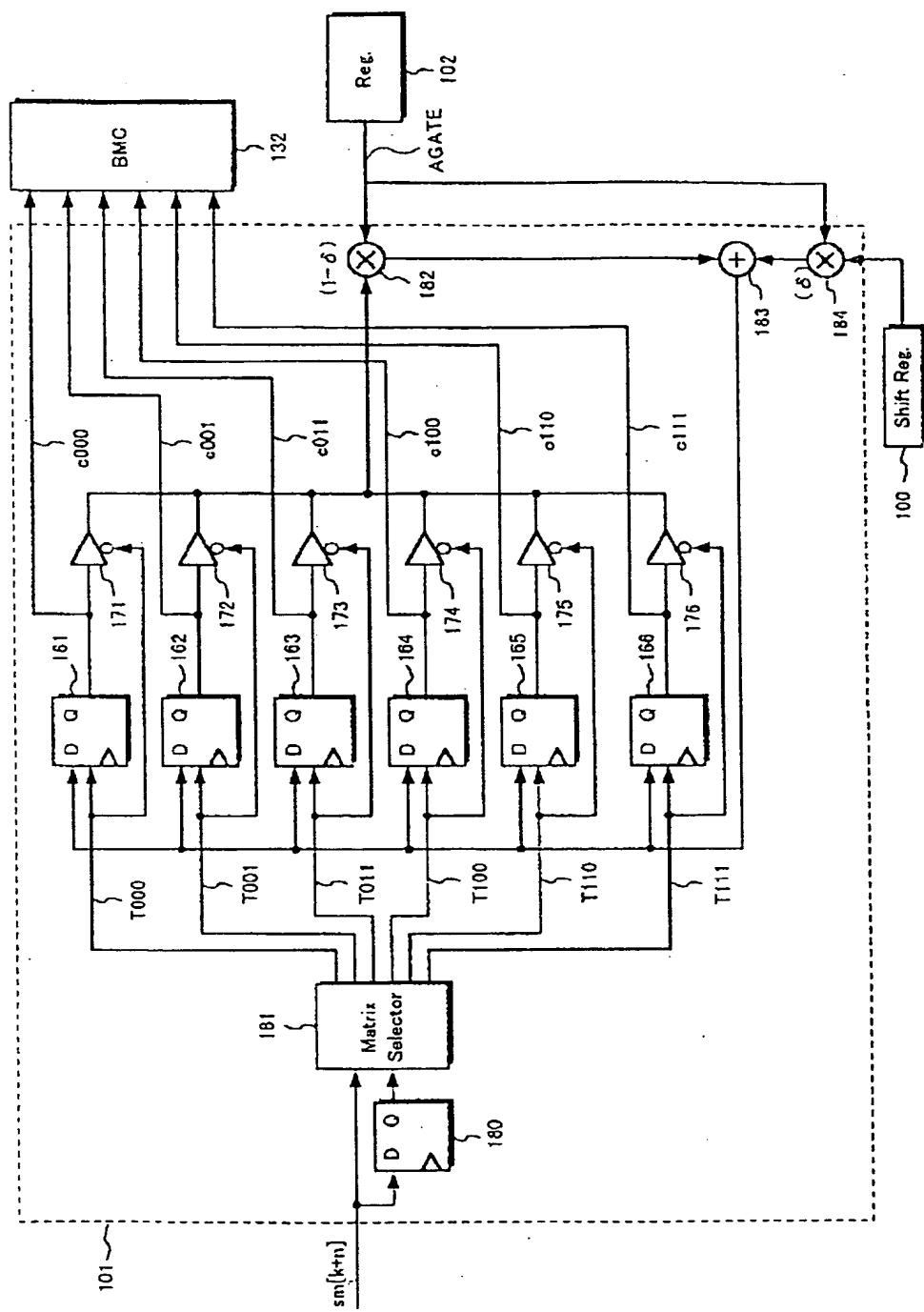
【図19】



【図23】



【図21】



THIS PAGE BLANK (USPTO)